



**Н.П. Бунькова**  
**С.В. Залесов**

**РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ  
И ЕМКОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ЛЕСОПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.П. Бунькова  
С.В. Залесов

**РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ  
И ЕМКОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ЛЕСОПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА**

Монография

*Электронное издание*

Екатеринбург  
2016

УДК 630\*6:502.2:379.8

ББК 43.4

Б91

Рецензенты:

Доктор с.-х. наук, зав. кафедрой лесного хозяйства ФГОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» А.А. Маленко;

Директор ГКУ Свердловской области «Дирекция лесных парков»,  
канд. с.-х. наук, доцент В.В. Александров

**Бунькова, Н.П.**

Б91 **Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга:** монография / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с. – 8,92 Мб.

ISBN 978-5-94984-585-1

Приведены результаты исследований влияния рекреационных нагрузок на компоненты насаждений основных типов леса лесопарков Екатеринбурга.

Результаты исследований и рекомендации производству позволяют установить степень рекреационного воздействия на насаждения в разных стадиях рекреационной дигрессии и проводить мероприятия по сохранению их рекреационной емкости и устойчивости.

Работа подготовлена с целью оказания помощи лесоведам по сохранению уникальных в области использования, охраны, защиты, воспроизводства насаждений лесопарков Екатеринбурга.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630\*6:502.2:379.8

ББК 43.4

Фото на обложке Н.П. Буньковой

ISBN 978-5-94984-585-1

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2016

© Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Природные условия района исследований .....	5
1.1. Общие сведения .....	7
1.2. Лесорастительная зона и климат .....	7
1.3. Рельеф и почвы .....	7
1.4. Гидрография и гидрологические условия .....	12
1.5. Лесной фонд .....	15
2. Методика исследований .....	17
3. Характеристика экспериментальных объектов .....	25
3.1. Местоположение постоянных пробных площадей .....	25
3.2. Таксационная характеристика древостоев постоянных пробных площадей .....	31
3.3. Рекреационная нагрузка на постоянных пробных площадях .....	33
4. Влияние рекреационных нагрузок на древостой .....	35
4.1. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка разнотравного .....	40
4.2. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка ягодникового.....	46
4.3. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка черничного и осинника разнотравного.....	50
4.4. Распределение запасов деревьев сосны, березы и осины по классам санитарного состояния .....	54
5. Влияние рекреационных нагрузок на живой напочвенный покров .....	64
5.1. Распределение видов живого напочвенного покрова по ценотипам.....	65
5.2. Надземная фитомасса и флористическое разнообразие живого напочвенного покрова.....	69
6. Влияние рекреационных нагрузок на подрост, подлесок и лесную подстилку.....	79
6.1. Количественные и качественные показатели подроста и подлеска.....	79
6.2. Лесная подстилка .....	81
Заключение и рекомендации производству .....	95
Библиографический список .....	101
Приложения .....	108

## ВВЕДЕНИЕ

Восстановление здоровья и трудоспособности человека, израсходованных в процессе труда, путем отдыха вне жилища – на лоне природы – называется рекреационной деятельностью (Хайредин, Конашова, 1994; 2000). При этом значении термин рекреация [лат. *rekreatio* восстановление сил; польск. *rekreacja* отдых] употребляется в физиологии, медицине, социальной экономике, архитектуре, лесоводстве с 50-х годов XX в.

Острая необходимость в организации отдыха населения выступает в настоящее время как одна из закономерностей развития общества. В силу увеличения рекреационных нагрузок на леса в будущем и соответственно расширения площади рекреационных лесов необходимость разработки специализированных форм ведения и совершенствования рекреационного лесоводства не вызывает сомнения (Хайретдин, 1990; Атрохин, Курамшин, 1991; Хайретдин, Конашова, 1994, 2000).

Среди всех природных рекреационных ресурсов лес занимает особое место, так как ни в одной другой форме ландшафта не содержится столько предпосылок для создания благотворной среды, стимулирующей отдых и укрепляющей здоровье. Посещение леса связано, кроме того, с инстинктивным чувством, что прогулка в лесу принесет пользу относительно быстро (Хайретдин, Конашова, 2002; Казанская, 1977).

Лесные насаждения г. Екатеринбурга представляют собой в основном прекрасные боры, посещаемые горожанами и зимой, и летом. Парки и лесопарки в значительной степени определяют планировочную структуру города, способствуют улучшению условий жизни и являются одним из тех мест, где возможен полноценный отдых горожан. На территории городских лесопарков расположены добротные спортивные сооружения, стадионы, тропы здоровья. Общеизвестно (Галако, Колтунова, 2002), что роль и значение городских насаждений в организации отдыха населения возрастает с каждым годом.

Рекреационная деятельность человека разносторонне воздействует на лесной биоценоз. Присутствие даже одного человека не проходит для него бесследно. Многие авторы отмечают, что преобразующая роль человека впоследствии может дать отрицательные результаты и что решающим фактором воздействия человека на лес является простое хождение по лесу, в результате чего вытаптываются травы, уничтожается лесная подстилка, травмируются корни деревьев,

что ухудшает лесорастительные условия (Нефедова и др., 1980; Пряхин, Николаенко, 1981; Таран, 1985). Естественный круговорот питательных веществ в биогеоценозе нарушается, биологическая активность почв ослабляется. Подрост и подлесок начинают изреживаться, под пологом леса развиваются злаки, что приводит к еще большему ухудшению водно-воздушного режима почв, начинается распад лесной среды, который усиливается по мере увеличения рекреационной нагрузки на единицу площади (Рассамахин, 1977).

Учитывая, что основной задачей природных парков являются сохранение ландшафтов и создание условий для отдыха и туризма, важно знать ту допустимую рекреационную емкость лесных биоценозов, при которой не нарушается экологический баланс среды.

Исследования, проведенные в нашей стране, наглядно свидетельствуют о том, что, выполняя рекреационные функции, лесные насаждения подвергаются интенсивному антропогенному воздействию. Особенно сильно негативные последствия проявляются в лесопарках и пригородных лесах, где степень воздействия на лесные насаждения нередко значительно превышает пороговые уровни их устойчивости.

Несмотря на весьма обширный перечень научных работ по вопросам влияния рекреации на лесные насаждения, данных о комплексных исследованиях по данному вопросу в лесопарках Екатеринбурга не обнаружено, также как и анализа опыта проведения лесоводственных мероприятий, направленных на повышение рекреационной устойчивости. Последнее обстоятельство определило направление данной работы, в которой проведено комплексное исследование влияния рекреационного воздействия на компоненты лесных насаждений. Установлено влияние среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки на нижние ярусы растительности и санитарное состояние древостоев. Определены количественные показатели влияния рекреации на санитарное состояние древостоев, видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова, количественные и качественные показатели подроста и подлеска, а также массу и фракционный состав лесной подстилки. Установлены виды живого напочвенного покрова, неспособные выдерживать рекреационные нагрузки, а также наиболее толерантные к изменению условий среды в рекреационных лесах. Разработана уточненная шкала рекреационной дигрессии сосновых насаждений.

## **1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **1.1. Общие сведения**

Основной объем экспериментальных исследований выполнен на территории лесопарков Екатеринбурга, которые образуют довольно четкое кольцо вокруг города. Протяженность территории с севера на юг 115 км, с запада на восток 120 км. Леса района исследований размещены неравномерно, они представлены сплошными лесными массивами незначительной величины и разделены землепользованиями сельхозпредприятий и лесами государственного казенного учреждения (ГКУ) «Дирекция лесных парков» Министерства природных ресурсов (Климат Свердловска, 1981).

В организационном отношении территория ГКУ «Дирекция лесных парков» разделена на 15 лесопарков (Шувакишский, Железнодорожный, Оброшинский, Московский, Калиновский, Шарташский, Санаторный, им. Лесоводов России, Карасье-Озерский, Мало-Истокский, Юго-Западный, Уктусский, Нижне-Исетский и Южный, Центральный). Кроме этого, в составе числится резервный фонд, предназначенный по генеральному плану под застройку города. Разрывы между лесопарками составляют 1,5–2 км. Ширина лесопаркового пояса колеблется от 1,5 до 10–12 км. Все лесопарки связаны дорогами и городским транспортом, кроме Оброшинского. Общая площадь по состоянию на 01.01.2004 г. составляет 43892 га.

В настоящее время городские жилые и промышленные строения непосредственно примыкают почти ко всем лесопаркам.

### **1.2. Лесорастительная зона и климат**

Район исследований в соответствии с лесорастительным районированием (Колесников и др., 1973) расположен в южно-таежном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области (рис. 1).

Климат района исследований континентальный с преобладанием ветров западных, юго-западных и юго-восточных направлений, дующих со средней скоростью 3,8 м/с. Характерной чертой климата являются существенные годовые и суточные колебания почти всех метеорологических показателей (Справочник ..., 1966; Кувшинова, 1968; Халевицкая, 1981).



Границы: 1 – лесорастительных областей, 2 – лесорастительных подзон, 3 – лесорастительных провинций, 4 – лесхозов.

Округа: а – северотаежный, б – среднетаежный, в – южно-таежный,  
г – широколиственно-хвойных лесов, д – сосново-березовых предлесостепных  
лесов, е – северолесостепной (колочный)

7



В летние месяцы направление преобладающих ветров меняется. Повторяемость северных, северо-западных и северо-восточных ветров достигает 35–45 %. Вторжение арктических воздушных масс в летние месяцы обуславливает резкие изменения погоды. Средняя годовая температура воздуха составляет +1,2 °С. Средняя скорость ветра за год – 2,9 м/с. При четко выраженных сезонах года погода неустойчивая. Температурный режим довольно суров в зимнее время (зима длится от 4 до 6 мес.), умерен летом и характеризуется постепенным снижением температуры к северу. Наиболее холодными месяцами в году являются январь и февраль. Наиболее теплый месяц – июль. Годовой ход температуры обнаруживает типичное для континентального климата превышение температур весны над температурами осени: апрель теплее октября, май – сентября. Для весны характерно быстрое повышение средних суточных температур. Средние температуры воздуха от марта к апрелю повышаются на 10 °С и более.

По данным метеостанции, расположенной на Уктусе, которая является географическим центром лесопарков, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С происходит в среднем 6 апреля и 20 октября, количество дней с температурой выше 0 °С составляет в среднем 196. По литературным данным, процессы метаболизма древесных пород в средней подзоне тайги, к которой относится Екатеринбург, протекают при среднесуточной температуре воздуха +10 °С и почвы +5 °С (Ткаченко, 1955; Новицкая, 1985; Полевой, 1989).

Средняя продолжительность большого вегетационного периода (среднесуточная температура воздуха выше 5 °С) составляет 162 дня, с 23 апреля по 3 октября, продолжительность малого вегетационного периода (среднесуточная температура воздуха выше 10 °С) – 119 дней, с 15 мая по 12 сентября (табл. 1).

На формирование погодных условий в лесопарках значительное влияние оказывает город, что создает особый климат, отличный от климата окружающей территории. Разница климатических характеристик города и фоновых значений объясняется в основном уменьшением притока лучистой энергии в связи с запыленностью и загрязненностью атмосферы над городом и увеличением тепловыделений в результате работы промышленных предприятий и городского транспорта, отопления зданий и т.д. (Халевицкая, 1981).

Количество осадков в городе в зависимости от фоновых условий несколько увеличивается, а относительная влажность, наоборот, уменьшается.

Таблица 1

## Характеристика климатических условий

Месяцы	Температура воздуха, °С			Относи- тельная влаж- ность воздуха, %	Высота снеж- ного покро- ва, см	Количе- ство осадков, мм	Ско- рость ветра, м/с
	сред- няя	макси- мальная	мини- мальная				
Январь	-16,0	6,0	-48,0	79,6	33	21	3,1
Февраль	-14,5	8,0	-47,0	75,0	38	17	3,2
Март	-8,1	18,0	-44,0	71,0	33	22	3,3
Апрель	2,3	28,0	-26,0	64,0	-	24	3,4
Май	9,9	34,0	-13,0	58,0	-	51	3,1
Июнь	15,3	35,0	-4,0	60,0	-	69	2,9
Июль	17,1	38,0	0,0	68,0	-	84	2,6
Август	14,7	35,0	-3,0	72,0	-	76	2,6
Сентябрь	8,8	31,0	-11,0	75,0	-	46	3,2
Октябрь	1,1	24,0	-24,0	77,0	3	35	3,5
Ноябрь	-7,3	14,0	-42,0	79,0	12	33	3,5
Декабрь	-13,8	7,0	-46,0	81,0	25	32	2,9
Год	0,8	38,0	-48,0	72,0		510	31

Нежелательными климатическими факторами являются поздние весенние и ранние осенние заморозки. Особенно губительно действуют заморозки на молодые всходы, на побеги древесных растений и на растения реликтовых пород (Магасумова, 2004). Поздние весенние заморозки отмечаются в районе исследований до середины июня, а ранние осенние – в начале сентября. Отмечено, что на более повышенных местах Екатеринбурга поздние весенние заморозки заканчиваются на 10–15 дней раньше, чем в пониженных местах, что очень важно, если учесть, что почти все лесопарки расположены на повышенных участках. Отрицательное влияние заморозков наблюдается не ежегодно.

Разрушение устойчивости снежного покрова в среднем происходит 23 марта, а его образование – 6 ноября.

В формировании температурного режима воздуха на поверхности почвы большую роль играют высота расположения местности и форма рельефа. В результате стока холодного воздуха с вершин гор и холмов в пониженных частях территории вероятность заморозков более значительна.

На температурный режим почвы, помимо того, большое влияние оказывают механический состав и тип почвы, ее влажность и состояние

поверхности. Среднее количество дней в году с температурой почвы ниже 0 °С на глубине 20 см составляет 147 дней с колебаниями от 110 до 170 дней. Средняя глубина промерзания почвы – 110 см, в наиболее суровые зимы – 146 см, а на оголенных участках – 200 см и более. Наибольшая глубина промерзания наблюдается в марте.

Среднегодовое количество осадков – 465 мм, причем 65 % их выпадает с мая по сентябрь. Степень увлажнения района исследований можно считать умеренной. Из годовой суммы осадков в среднем на долю твердых приходится 24, жидких – 65, смешанных – 11 %. Выпадение осадков в летнее время носит ливневый характер. Не исключена возможность ливней с выпадением до 72 мм осадков в час. Дождевые периоды бывают осенью, но в отдельные годы отмечались и летом продолжительностью по 12–20 дней. Периодичность засух и суховеев не наблюдается.

Все физико-географические процессы зимой, в том числе температурный режим, промерзание почвы, накопление влаги в почве, условия перезимовки лесных культур и подроста, зависят от высоты и характера залегания снежного покрова. Среднее количество дней со снежным покровом составляет 166. Накопление снежного покрова зимой происходит равномерно, а его наибольшая высота достигает 77 см. Вместе с этим следует отметить, что высота снежного покрова в пространственном отношении различна, что зависит от рельефа местности, направления и силы ветра, типа растительности и ее расположения в пространстве. Появление устойчивого снежного покрова и его сход в различные годы существенно различаются во времени.

Таким образом, рассматривая климатические условия района исследований с точки зрения их влияния на рост, развитие и устойчивость насаждений, следует отметить, что наиболее нежелательными климатическими факторами являются поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Общее количество тепла и влаги в сочетании с относительно плодородными почвами является вполне достаточным для произрастания в районе исследований сосновых и березовых насаждений I и II классов бонитета. В то же время малый безморозный период, возвраты холодов в мае и июне, а также короткий вегетационный период не дают возможности выращивать твердолиственные породы, а также другие теплолюбивые деревья и кустарники, которые смогли бы придать разнообразие природным ландшафтам парков.

### 1.3. Рельеф и почвы

Район исследований расположен в восточных предгорьях Уральского горного хребта, чем вызваны все особенности геоморфологического строения местности. На большей части территории рельеф может быть охарактеризован как увалисто-холмистый, с широкими плоскими понижениями между увалами и холмами. При этом наиболее выраженным является рельеф западной части района исследований, где довольно отчетливо проявляются короткие расположенные в меридиональном направлении увалы с куполообразными вершинами и пологими склонами. Увалы сглажены многовековой водной и ветровой эрозией. Местами наблюдаются скальные обнажения горных пород, созданные нагромождением гранитов. В этой части лесхоза расположены наиболее высокие горы (г. Волчиха, г. Чуварова и др.), имеющие абсолютные отметки от 400 до 522 м. Отметки озер над уровнем моря колеблются в пределах 310–324 м. Таким образом, относительные высоты в пределах района исследований не превышают 210 м.

Рельеф остальной части дирекции лесных арков более спокойный и представлен чередующимися холмами и понижениями. Несмотря на незначительные относительные и абсолютные высоты, сглаженный характер рельефа местности и преобладание склонов, леса района исследований отнесены к горным.

Разнообразие территории района исследований по геологическому строению, характеру рельефа и слагающим его породам в значительной степени определяет структуру почвенного покрова (Лебедев, 1958; Каменский, 1966; Ржанникова, 1967; Погодина и др., 1968; Фирсова, 1977).

По механическому составу на территории преобладают суглинистые и реже супесчаные почвы со значительной примесью гранита во всех горизонтах. Эти почвы сформировались на продуктах выветривания гранитов, на что указывают почвенные разрезы, где наблюдается постепенный переход в подстилающие горные породы. Полевые шпаты и слюды, в большом количестве находящиеся в почвах, дали в результате выветривания глинообразную часть почв. Содержащийся в горной породе кварц, почти не поддающийся ни механическому разрушению, ни химическому разложению, выпадает при рыхлении горной породы целиком и составляет с неразложившимися остатками слюд песчаную фракцию почв. Глинообразные частицы почвы,



легко переносимые ветром и водой, скапливаются у подножий гор и в пониженных частях рельефа, благодаря чему и происходит дифференциация почв на суглинистые и супесчаные, причем последние занимают более возвышенные места.

Мощность почв и гумусового горизонта зависит от положения местности. Скелетные почвы (глубококаменистые и хрящеватые) приурочены к вершинам гор, верхним частям склонов и обнажениям горных пород. В этих местах основными являются горно-лесные и горно-подзолистые почвы. На горно-лесных почвах произрастают насаждения типа леса сосняк лишайниково-брусничниковый. Они занимают вершины высоких холмов или крутые склоны преимущественно южной экспозиции. Горно-лесные почвы постоянно сухие, малоразвитые с выходом горных пород на поверхность.

На горно-подзолистых почвах произрастают в основном насаждения типа леса сосняк брусничниковый. Горно-подзолистые почвы сухие, периодически свежие, подстилаемые на глубине 45–50 см гранитом, степень насыщенности основаниями 50–60 %, содержание гумуса – 2–3 %, pH – 4,5–5,0. Эти почвы занимают гривы, вершины невысоких холмов и верхние части склонов преимущественно северо-западной и западной экспозиции крутизной 5–20°. Почвы супесчаные или легкосуглинистые, неглубокие (40–60 см).

Наибольшее распространение (70–75 %) в районе исследований имеют дерново-подзолистые и мелкие дерново-подзолистые почвы с обломками гранита на глубине 60–80 см (табл. 2). Эти почвы распространены в основном на участках с устойчивым водным режимом с умеренной инсоляцией: на выровненных поверхностях, покатых склонах, верхних и нижних частях пологих склонов и на дренированных террасах. Степень насыщенности основаниями в этих почвах – 61–75 %, содержание гумуса – 1,5–3,4 %; pH – 5,5–5,8. На дерново-подзолистых почвах произрастают насаждения типов леса: сосняк ягодниковый, сосняк ягодниково-зеленомошниковый, сосняк орляковый, сосняк-ельник липняковый, сосняк редкотравный, сосняк травяной, березняк разнотравный. В типах леса сосняк черничниковый, ельник зеленомошно-черничниковый встречаются дерново-подзолистые суглинистые почвы с признаками оглеения.

Значительное распространение (7,5 % лесопокрытой площади) в районе исследований имеют торфяно-болотные, торфянисто-болотные и торфянисто-подзолисто-глеевые почвы. Их образованию способствовало

скопление воды атмосферных осадков в замкнутых понижениях с недостаточным стоком. Эти почвы распространены на плоских гривах среди болот и слабодренированных междуречий, в бессточных котловинах плоских водоразделов, в межуальных западинах и котловинных понижениях, в заболоченных пойменных террасах в окраинах болот. На этих почвах произрастают низкопроизводительные насаждения типов леса: березняк осоково-травяной, сосняк осоково-травяной, сосняк сфагновый, ельник сфагново-травяной. Торф этих почв сложен преимущественно из мхов рода сфагнум, к которым примешиваются остатки мертвых деревьев. Мощность торфяного слоя различна и колеблется от 15 – 20 см до 2 – 4 м.

Таблица 2

Систематический список почв территории района исследований

Тип почв	Подтип	Вид	Разновидность
Подзолистые	Дерново-подзолистые	Дерново-слабоподзолистые	Среднесуглинистые
	-	-	Тяжелосуглинистые
	-	Дерново-среднеподзолистые	Среднесуглинистые
	Дерново-подзолистые глеевые	Дерново-подзолистые поверхностно-глеевые	-
	-	Дерново-подзолистые грунтово-глеевые	-
Дерново-глеевые	Бурые типичные	-	Легкосуглинистые
			Среднесуглинистые
	Бурые оподзоленные	-	Супесчаные
		-	Легкосуглинистые
Дерновые литогенные	-	-	На основных породах
Дерново-палево-подзолистые	-	-	Дерново-палево-слабоподзолистые
	-	-	Тяжелосуглинистые
	-	Дерново-палево-среднеподзолистые	Среднесуглинистые
Болотные низинные	-	Болотные низинные торфяные	-
Болотные верховые	-	Болотные верховые торфяные	-

Значительное распространение в районе исследований имеют дерново-иловатые и дерново-луговые почвы. Эти почвы встречаются в пониженных местах, в поймах рек и ручьев. Они имеют выраженное слоистое строение и образуются наносами во время паводков. На дерново-иловатых почвах произрастают насаждения серой ольхи с примесью березы, ивы, черемухи типа леса сероольшаник высоко-травный. Дерново-луговые почвы характеризуются темной окраской и зернистой структурой. Эрозионные процессы на территории района исследований выражены слабо. Однако на не покрытых лесом и не-лесных площадях, особенно на грунтовых дорогах, пашнях, водная эрозия выражена отчетливо, и леса играют огромную роль в ее предотвращении. Недопущение развития эрозионных процессов должно учитываться при планировании лесоводственных мероприятий.

#### **1.4. Гидрография и гидрологические условия**

На территории района исследований в селитебной части Екатеринбурга расположены две реки, входящие в Обский бассейн: это реки Исеть и Пышма. Река Исеть вытекает из Исетского озера и впадает в реку Тобол, имея общую длину около 600 км. По территории района исследований она протекает на протяжении 32 км, образуя на своем пути несколько прудов, в том числе крупных: Верх-Исетский, Городской и Нижне-Исетский.

Река Пышма берет начало в районе Калиновского лесопарка и впадает в реку Туру.

В городской черте Исеть принимает несколько притоков – небольших речек. В настоящее время в городе притоками Исети являются фактически лишь реки Исток и Патрушиха, остальные или скрыты под землей, или имеют переменный сток (Попов лог, Черемшанка), или теряются в окраинных болотах (Светлая). Характеристика рек длиной более 10 км и других водоемов, находящихся в городской черте, представлена в табл. 3.

Кроме перечисленных выше водоемов, есть несколько мелких прудов и озер. Такие озера, как Шувакиш, Карасье, Малая и Большая Здохня, заболачиваются и рекреационной нагрузки почти не несут. Эти озера требуют для своего восстановления больших капитальных затрат, за исключением озера Шувакиш.

Питание рек лесопарковой зоны смешанное: преимущественно снеговое (более 50 %), отчасти дождевое (в теплую часть года) и грунтовое. Однако наличие прудов в долинах значительно меняет их

естественный режим. Уровень подъема воды весной невысок, сроки замерзания растягиваются. Вскрытие рек наблюдается обычно в середине апреля; ледостав устанавливается в конце октября.

Таблица 3

Характеристика рек длиной более 10 км и других водоемов, находящихся в черте Екатеринбурга

Наименование рек и водоемов	Куда впадает река	Протяженность, размеры, км	Ширина, (у озера площадь)	Глубина средняя, м	Пригодность для водного транспорта
Реки					
Исеть	Тобол	700	5 – 10 м	1,5 – 2,0	Непригодна
Пышма	Тура	600	2 – 3 м	0,5 – 1,5	Непригодна
Исток	Исеть	18	0,5 – 4,0 м	0,5 – 1,5	Непригодна
Патрушиха	Исеть	26	–	–	Непригодна
Озера					
Шарташ		4,0×2,5	7,4 км <sup>2</sup>	2,0 – 3,0	Пригодно
Пруды					
Верх-Исетский		10,0×2,6	15,0 км <sup>2</sup>	2,5	Непригоден
Городской		3,3×0,4	1,0 км <sup>2</sup>	3,2	Непригоден
Нижне-Исетский		4,5×1,0	2,72 км <sup>2</sup>	7,4	Непригоден

С юго-востока на северо-запад через территорию района исследований протекает р. Чусовая – приток р. Камы. Река Чусовая – единственная из рек Урала, которая берет начало на его восточных склонах, прорезает Уральский хребет и впадает в р. Каму на западном склоне. На территории дирекции лесных парков р. Чусовая дважды перекрыта плотинами, которые образуют обширные Волчихинское и Верхне-Макаровское водохранилища. Эти водохранилища служат для удовлетворения потребности Екатеринбурга в питьевой и технической воде. Из Волчихинского водохранилища через канал вода поступает в р. Решетку и затем в р. Исеть. Берега этого водохранилища, особенно у станции Флюс, служат излюбленным местом отдыха для тысяч горожан в летнее время. В зимнее время водохранилище посещают любители подледного лова. Перспективным для загородного отдыха является и Верхне-Макаровское водохранилище при условии благоустройства его берегов и строительства удобных путей подъезда для автомобильного транспорта.

На водоразделах и верхних частях склонов грунтовые воды залегают на очень большой глубине, чем объясняется сухость почвы в



этих местах. Этому же способствует хорошая дренированность почв. На выраженных междуречьях и плоских ложбинах между водоразделами грунтовые воды залегают неглубоко, придавая почвам свежий, влажный, а местами и сырой характер. Верховодка не выражена.

### 1.5. Лесной фонд

Лесной фонд района описан во многих научных работах (Горчаковский, 1956, 1968; Колесников, 1969; Луганский, Нагимов, 1994 и др.), а также в проектах организации и развития лесного хозяйства, выполненных лесоустроительными экспедициями.

Леса района исследований имеют большую и сложную историю освоения и организации лесного хозяйства. Они относятся к числу лесных массивов, впервые устроенных в нашей стране (История, 1998). Последнее связано с возникновением первых металлургических заводов на Урале. Применяемые в течение почти трех веков методы организации лесного хозяйства отражают основные этапы отечественной лесной науки. Практически все леса района исследований могут по праву считаться историческим объектом (Гальперин, и др., 1964; Теринов, 1977; Залесов, 2000).

Длительная эксплуатация лесов наложила отпечаток на характеристику лесного фонда. В результате хищнического в прошлом использования огромные площади хвойных лесов сменились производными березняками и осинниками (Колесников, 1969).

Только благодаря научно обоснованному ведению лесного хозяйства в советский период в таком индустриально развитом районе, каким является район исследований, лесной фонд отличается высокими показателями облесенности (табл. 4).

Лесная площадь всех лесопарков Екатеринбурга составляет 74,9 %. При этом доля покрытых лесом земель достигает 93,7 %, по данным последнего лесоустройства. На не покрытую лесом площадь приходится всего 6,3 % общей площади лесопарков, при этом основную долю составляют прогалины и вырубки.

Одной из наиболее важных характеристик покрытой лесом площади является структура ее распределения по преобладающим породам (табл. 5).

Приведенные в табл. 5 данные свидетельствуют о преобладании сосновых и березовых насаждений. Среди сосновых доминируют средневозрастные насаждения, которые составляют 2410 га (81,0 %), на долю спелых и перестойных приходится 159 га (5,3 %).

Таблица 4

Распределение лесного фонда по категориям земель, га/%

Категория земель	Лесопарки														
	Железнодорожный	им. Лесоводов России	Калиновский	Карасье-Озерский	Мало-Источский	Московский	Нижне-Исетский	Оброшинский	Санаторный	Уктусский	Шарташский	Шувакишский	Юго-Западный	Южный	Итого
Общая площадь лесного фонда	<u>270</u> 4,6	<u>380</u> 6,5	<u>512</u> 8,9	<u>339</u> 5,8	<u>5</u> 0,1	<u>318</u> 5,5	<u>816</u> 14,0	<u>313</u> 5,4	<u>440</u> 7,6	<u>145</u> 2,5	<u>592</u> 10,2	<u>726</u> 12,5	<u>227</u> 3,4	<u>704</u> 12,1	<u>5823</u> 100,0
Лесные земли, всего	<u>223</u> 5,0	<u>255</u> 5,7	<u>384</u> 8,6	<u>236</u> 5,3	<u>2</u> 0,05	<u>250</u> 5,6	<u>629</u> 14,1	<u>222</u> 5,0	<u>364</u> 8,2	<u>93</u> 2,1	<u>416</u> 9,3	<u>550</u> 12,3	<u>177</u> 4,0	<u>654</u> 14,7	<u>4455</u> 100,0
Покрытые лесом, всего	<u>207</u> 5,0	<u>216</u> 5,2	<u>367</u> 8,8	<u>210</u> 5,0	<u>2</u> 0,04	<u>245</u> 5,9	<u>610</u> 14,6	<u>352</u> 8,4	<u>352</u> 8,4	<u>83</u> 2,0	<u>363</u> 8,7	<u>503</u> 12,0	<u>165</u> 4,0	<u>639</u> 15,3	<u>4176</u> 100,0
Всего непокрытых	<u>16</u> 5,7	<u>39</u> 14,0	<u>17</u> 6,1	<u>26</u> 9,3	<u>0</u> 0	<u>5</u> 1,8	<u>19</u> 6,8	<u>8</u> 2,9	<u>12</u> 4,3	<u>10</u> 3,6	<u>53</u> 19,0	<u>47</u> 16,8	<u>12</u> 4,3	<u>15</u> 5,4	<u>279</u> 100,0
Нелесные земли, всего	<u>47</u> 3,4	<u>125</u> 9,1	<u>128</u> 9,4	<u>103</u> 7,5	<u>3</u> 0,3	<u>68</u> 5,0	<u>187</u> 13,7	<u>91</u> 6,7	<u>76</u> 5,6	<u>52</u> 3,8	<u>176</u> 12,9	<u>176</u> 12,9	<u>50</u> 3,7	<u>50</u> 3,7	<u>1368</u> 100,0

Таблица 5

Распределение площади лесопарков Екатеринбурга  
по преобладающим породам и группам возраста, га/%

Преобладающая порода	Площадь по группам возраста					Итого
	Мо- лод- няки	Средне- возрас- тные	Приспе- вающие	Спелые и перестойные		
				всего	в т.ч. пе- рестойные	
Сосна	<u>254</u> 8,5	<u>2410</u> 81,0	<u>139</u> 4,7	<u>159</u> 5,3	<u>15</u> 0,5	<u>2977</u> 100,0
Ель	<u>7</u> 87,5	<u>1</u> 12,5	-	-	-	<u>8</u> 100,0
Лиственница	<u>11</u> 32,4	<u>23</u> 67,6	-	-	-	<u>34</u> 100,0
Итого хвойных	<u>272</u> 9,0	<u>2434</u> 80,5	<u>139</u> 4,7	<u>159</u> 5,3	<u>15</u> 0,5	<u>3019</u> 100,0
Береза	<u>105</u> 9,0	<u>696</u> 59,8	<u>129</u> 11,1	<u>204</u> 17,6	<u>29</u> 2,5	<u>1163</u> 100,0
Осина	<u>6</u> 24,0	<u>11</u> 44,0	<u>4</u> 16,0	<u>4</u> 16,0	-	<u>25</u> 100,0
Тополь	<u>3</u> 3,8	<u>60</u> 75,0	<u>14</u> 17,5	<u>3</u> 3,8	-	<u>80</u> 100,0
Другие мягколиственные породы	-	<u>14</u> 40,0	<u>13</u> 37,1	<u>3</u> 8,6	<u>5</u> 14,3	<u>35</u> 100,0
Итого мягколи- ственных	<u>114</u> 8,7	<u>781</u> 59,9	<u>160</u> 12,3	<u>214</u> 16,4	<u>34</u> 2,6	<u>1303</u> 100,0
Клен	-	<u>17</u> 100,0	-	-	-	<u>17</u> 100,0
Вяз	-	<u>12</u> 70,6	<u>5</u> 29,4	-	-	<u>17</u> 100,0
Др. твердолист- венные породы	<u>3</u> 60,0	<u>2</u> 40,0	-	-	-	<u>5</u> 100,0
Итого твердоли- ственных	<u>3</u> 7,7	<u>31</u> 79,5	<u>5</u> 12,8	-	-	<u>39</u> 100,0
Всего	<u>389</u> 8,9	<u>3246</u> 74,4	<u>304</u> 7,0	<u>373</u> 8,6	<u>49</u> 1,1	<u>4361</u> 100,0

Менее представленными среди хвойных являются еловые и лиственничные насаждения, которые занимают 42 га, в том числе 8 га – ельники. Наличие березовых молодняков незначительное – 105 га (9 %). Большая часть березняков приходится на средневозрастные – 696 га (59,8 %), спелые и перестойные насаждения составляют 204 га (17,6 %).

Помимо березовых древостоев, мягколиственные породы представлены осиной, топодем, ольхами серой и черной, ивой, липой, доля которых составляет 140 га, из них 80 га – тополь. На твердолиственные породы (клен, дуб, вяз, яблоню) приходится 39 га покрытой лесом площади.

Материалы табл. 5 свидетельствуют, что в лесном фонде лесопарков преобладают средневозрастные насаждения, на долю которых приходится 3246 га (74,4 %), на долю спелых и перестойных – 373 га (8,6 %).

Наиболее объективным показателем производительности древостоев является класс бонитета (табл. 6).

Таблица 6

Распределение площади покрытых лесом земель  
по классам бонитета, га/%

Порода	Класс бонитета							Итого
	Iб	Iа	I	II	III	IV	V	
Сосна	<u>2</u> 0,1	<u>34</u> 1,1	<u>529</u> 17,8	<u>1443</u> 48,5	<u>840</u> 28,2	<u>94</u> 3,2	<u>35</u> 1,2	<u>2977</u> 100,0
Ель	-	-	<u>1</u> 12,5	<u>1</u> 12,5	<u>4</u> 50,0	<u>2</u> 25,0	-	<u>8</u> 100,0
Лиственница	<u>2</u> 5,9	<u>12</u> 35,3	<u>16</u> 47,1	<u>2</u> 5,9	<u>2</u> 5,9	-	-	<u>34</u> 100,0
Итого хвойных	<u>4</u> 0,1	<u>46</u> 1,5	<u>546</u> 18,1	<u>1446</u> 47,9	<u>846</u> 28,0	<u>96</u> 3,2	<u>35</u> 1,2	<u>3019</u> 100,0
Береза	-	<u>6</u> 0,5	<u>48</u> 4,1	<u>612</u> 52,6	<u>387</u> 33,3	<u>91</u> 7,8	<u>19</u> 1,6	<u>1163</u> 100,0
Осины	-	<u>2</u> 8,0	<u>3</u> 12,0	<u>13</u> 52,0	<u>7</u> 28,0	-	-	<u>25</u> 100,0
Клен	-	-	-	<u>5</u> 29,4	<u>11</u> 64,7	<u>1</u> 5,9	-	<u>17</u> 100,0
Другие лиственные породы	-	-	<u>2</u> 1,5	<u>10</u> 7,3	<u>55</u> 40,1	<u>59</u> 43,1	<u>10</u> 7,3	<u>137</u> 100,0
Итого лиственных	-	<u>8</u> 0,6	<u>54</u> 4,0	<u>642</u> 47,8	<u>460</u> 34,3	<u>151</u> 11,3	<u>29</u> 2,2	<u>1342</u> 100,0
Всего	<u>4</u> 0,1	<u>54</u> 1,2	<u>599</u> 13,7	<u>2088</u> 47,9	<u>1306</u> 29,9	<u>247</u> 5,7	<u>63</u> 1,4	<u>4361</u> 100,0

Приведенные в табл. 6 данные свидетельствуют о преобладании в лесном фонде сосновых и березовых насаждений, которыми занято соответственно 2977 и 1163 га покрытой лесом площади.

Высокими показателями производительности характеризуются сосновые насаждения со средним бонитетом I,8. В них доминируют насаждения II класса бонитета (48,5 %), и довольно значительную площадь занимают насаждения III класса бонитета (28,2 %). Средний



класс бонитета еловых насаждений II,8, хотя искусственные ельники на соответствующих им почвах имеют довольно высокий класс бонитета. Березняки и осинники представлены преимущественно насаждениями II класса бонитета, их средний класс бонитета II,3 и II,0 соответственно. Следует отметить, что средний класс бонитета насаждений в целом по лесопаркам II,2, что дает основание отнести насаждения района исследования к относительно высокопроизводительным.

Распределение площади покрытых лесной растительностью земель по полнотам представлено в табл. 7.

Таблица 7

Распределение покрытой лесной растительностью площади лесопарков по полнотам, га/%

Порода	Полнота									Итого
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
Сосна	<u>77</u> 2,6	<u>32</u> 1,1	<u>74</u> 2,5	<u>177</u> 5,9	<u>484</u> 16,3	<u>983</u> 33,0	<u>728</u> 24,5	<u>307</u> 10,3	<u>116</u> 3,9	<u>2977</u> 100,0
Ель	-	-	<u>2</u> 25,0	<u>1</u> 12,5	<u>1</u> 12,5	<u>1</u> 12,5	<u>2</u> 25,0	<u>1</u> 12,5	-	<u>8</u> 100,0
Лиственница	<u>1</u> 2,9	-	<u>1</u> 2,9	-	<u>4</u> 11,8	<u>8</u> 23,5	<u>8</u> 23,5	<u>6</u> 17,6	<u>6</u> 17,6	<u>34</u> 100,0
Итого хвойных	<u>78</u> 2,6	<u>32</u> 1,1	<u>77</u> 2,6	<u>178</u> 5,9	<u>489</u> 16,2	<u>992</u> 32,9	<u>732</u> 24,2	<u>314</u> 10,4	<u>122</u> 4,0	<u>3019</u> 100,0
Береза	<u>70</u> 6,0	<u>28</u> 2,4	<u>38</u> 3,3	<u>66</u> 5,7	<u>155</u> 13,3	<u>336</u> 28,9	<u>300</u> 25,8	<u>127</u> 10,9	<u>43</u> 3,7	<u>1163</u> 100,0
Осина	<u>1</u> 4,0	-	<u>1</u> 4,0	<u>1</u> 4,0	<u>6</u> 24,0	<u>7</u> 28,0	<u>6</u> 24,0	<u>3</u> 12,0	-	<u>25</u> 100,0
Клен	-	-	<u>1</u> 5,9	<u>8</u> 47,1	<u>1</u> 5,9	<u>6</u> 35,3	<u>1</u> 5,9	-	-	<u>17</u> 100,0
Другие лиственные породы	<u>1</u> 0,7	<u>3</u> 2,2	<u>5</u> 3,6	<u>17</u> 12,4	<u>19</u> 13,9	<u>33</u> 24,1	<u>20</u> 14,6	<u>13</u> 9,5	<u>12</u> 8,8	<u>137</u> 100,0
Итого лиственных	<u>72</u> 5,4	<u>31</u> 2,3	<u>48</u> 3,6	<u>95</u> 7,1	<u>183</u> 13,6	<u>387</u> 28,8	<u>327</u> 24,4	<u>143</u> 10,7	<u>55</u> 4,1	<u>1342</u> 100,0
Всего	<u>150</u> 3,4	<u>63</u> 1,4	<u>125</u> 2,9	<u>273</u> 6,3	<u>672</u> 15,4	<u>1379</u> 31,6	<u>1065</u> 24,4	<u>457</u> 10,5	<u>177</u> 4,1	<u>4361</u> 100,0

Анализируя данные табл. 7, можно сделать вывод, что на территории лесопарков преобладают среднеполнотные насаждения, это подтверждается общей средней полнотой древостоев – 0,72. Преобладающей для всех хвойных пород является полнота 0,7.

В хвойных насаждениях резкое снижение полноты наблюдается в возрасте свыше 120 лет и является следствием естественного отпада, в результате которого вываливаются или удаляются в процессе санитарных рубок подверженные гнилям мягколиственные породы.

Замедленный процесс естественного возобновления на вырубках травяных типов леса и недостаточные объемы лесных культур привели к образованию низкополнотных (полнота 0,3–0,5) насаждений, которые в лесопарках Екатеринбурга занимают площадь 461 га, или 10,6 % покрытой лесом площади.

Данные распределения насаждений по полнотам и классам бонитетов указывают, что из хвойных насаждений, произрастающих на территории района исследований, наиболее производительными являются сосняки. Они имеют более высокие средний класс бонитета и среднюю полноту. Поэтому сосновые насаждения следует считать наиболее ценными и на их выращивание должно быть направлено ведение лесного хозяйства.

Распределение площади покрытых лесом земель по группам типов леса и преобладающим породам приведено в табл. 8.

Таблица 8

Распределение покрытой лесной растительностью площади лесопарков по группам типов леса и преобладающим породам, га/%

Группы типов леса	Преобладающие породы							Итого
	С	Л	Е	Б	Ос	КЛ	Другие лиственные породы	
1*	<u>56</u> 99,0	-	-	-	-	-	<u>1</u> 1,0	<u>57</u> 100,0
2	<u>176</u> 96,7	-	-	<u>6</u> 3,3	-	-	-	<u>182</u> 100,0
3	<u>1763</u> 77,8	<u>25</u> 1,1	<u>1</u> 0,04	<u>432</u> 19,1	<u>11</u> 0,5	<u>5</u> 0,2	<u>29</u> 1,3	<u>2266</u> 100,0
4	<u>912</u> 57,4	<u>9</u> 0,6	<u>6</u> 0,4	<u>556</u> 35,0	<u>14</u> 0,9	<u>12</u> 0,8	<u>79</u> 5,0	<u>1588</u> 100,0
5	<u>5</u> 5,6	-	-	<u>77</u> 85,6	-	-	<u>8</u> 8,8	<u>90</u> 100,0
6	<u>2</u> 25,0	-	<u>1</u> 12,5	<u>5</u> 62,5	-	-	-	<u>8</u> 100,0
7	<u>63</u> 37,1	-	-	<u>87</u> 51,1	-	-	<u>20</u> 11,8	<u>170</u> 100,0
Всего	<u>2977</u> 68,3	<u>34</u> 0,8	<u>8</u> 0,2	<u>1163</u> 26,6	<u>25</u> 0,6	<u>17</u> 0,4	<u>137</u> 3,1	<u>4361</u> 100,0

\*1 – нагорная, 2 – брусничная, 3 – ягодниковая,  
4 – липняково-разнотравная, 5 – крупнотравно-приручьевая,  
6 – мшисто-хвощевая, 7 – сфагново-травяно-болотная.

На территории лесопарков Екатеринбурга представлены насаждения всех выделенных на Урале (Правила ..., 1994) хозяйственных групп типов леса (ГТЛ).

Однако распределение насаждений по группам типов леса не является равномерным. В лесном фонде лесопарков Екатеринбурга доминируют липняково-разнотравная и ягодниковая группы типов леса, на долю которых приходится 36,4 и 51,9 % площади лесного фонда соответственно. Доля сухих типов леса, напротив, ограничена и не превышает 5,4 %.

Среди хвойных пород, как указывалось ранее, в районе исследований доминирует сосна. Доля сосны значительно изменяется по группам типов леса. На переувлажненных почвах формируются преимущественно мягколиственные древостои.

### **Выводы**

1. Район проведения исследований расположен в зоне континентального климата. Уменьшение притока лучистой энергии связано с запыленностью и загрязненностью атмосферы над городом и увеличением тепловыделений в результате работы промышленных предприятий и городского транспорта, отопления зданий, что негативно влияет на рост деревьев, кустарников и травянистой растительности.

2. Низкая относительная влажность воздуха в сочетании с теплой погодой в мае – июне способствует повышению пожарной опасности в лесах.

3. Общее количество тепла и влаги в сочетании с относительно плодородными почвами обеспечивает произрастание на территории района исследований сосновых и березовых насаждений высокой производительности.

4. Наиболее неблагоприятными климатическими факторами являются поздние весенние и ранние осенние заморозки, что отрицательно сказывается на росте и развитии растений.

5. В целом климат территории лесопарков и микроклимат отдельных участков, особенно вблизи водоемов, весьма положительно сказывается на развитии рекреационной деятельности.

6. На большей части территории района исследований рельеф увалисто-холмистый, с широкими плоскими понижениями между увалами и холмами. Несмотря на незначительные относительные и абсолютные высоты, сглаженный характер рельефа местности и преобладание склонов, леса района исследований отнесены к горным.

7. В районе исследований преобладают суглинистые и реже супесчаные почвы со значительной примесью гранита во всех горизонтах. Почвы дифференцируются на суглинистые и супесчаные, причем последние занимают более возвышенные места.

8. Леса района исследований выполняют важные климаторегулирующие, водорегулирующие, санитарно-гигиенические, противоэрозионные и рекреационные функции.

9. В лесном фонде лесопарков преобладают сосновые (68,3 %) и березовые (26,7 %) древостои. Средний бонитет II,2, средняя относительная полнота 0,7.

10. На территории лесопарков произрастают насаждения всех выделенных на Урале групп типов леса. Однако доминируют по площади липняково-разнотравная и ягодниковая группы типов леса, что и определило закладку постоянных пробных площадей в типах леса этих групп.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Рекреационное влияние на лесные насаждения очень разнообразно. Оно определяется интенсивностью воздействия, видами воздействия, а также природно-климатическими факторами региона.

Нами в ходе выполнения данной работы изучено рекреационное воздействие на насаждения лесопарков Екатеринбурга. Заложены постоянные пробные площади в соответствии с различной интенсивностью рекреационных нагрузок: слабой, средней, сильной и фоновой, где рекреационное воздействие заключается в эпизодических посещениях насаждений населением.

Ключевые участки для работ в природе определялись на основании визуального обследования территории лесопарка им. Лесоводов России, Шарташского лесопарка и Сысертского лесничества, а также анализа лесоводственно-таксационных показателей насаждения.

В основу исследований положен метод постоянных пробных площадей, заложенных в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 (1983). ППП отграничивались в природе с помощью угломерных инструментов визирами.

Типологическое описание постоянных пробных площадей производили согласно методическим указаниям Б.С. Колесникова и др. (1973).

При закладке ППП учитывались следующие требования: пробная площадь должна закладываться в условиях сходных типов леса, характера смешения пород; рельефа и экспозиции, одинакового возраста главных пород; все части ее должны быть однородны по степени хозяйственного воздействия или повреждения, если они наблюдались в прошлом.

Исследованиями были охвачены как древостой, так и другие компоненты насаждения (подрост, подлесок, живой напочвенный покров (ЖНП), лесная подстилка и почва).

Почвы изучались по почвенным разрезам с учетом микрорельефа и растительности. Они описывались по генетическим горизонтам по общепринятой методике (Иванова, 1976). Глубина разрезов ограничивалась материнской породой или грунтовыми водами. Лицевая и боковые стенки разреза выполнялись ровными и отвесными, а со стороны, противоположной лицевой, делали ступени. Лицевую стенку разреза намечали таким образом, чтобы к моменту описания она была лучше освещена. Описание почвы вели по лицевой стенке, предварительно убедившись, что она существенно не отличается от боковых стенок. Мощность каждого горизонта определялась с помощью сантиметровой ленты. По каждому горизонту указывались индекс и название, цвет, механический состав, структура, сложение, включения, новообразования, влажность, характер перехода в следующий горизонт (Роде, Смирнов, 1972; Зеликов, 1981; Звирбуль, Тимофеев, 1983; Калинин и др., 1991; Лесоведение и лесоводство, 1999, Залесов и др., 2007). В конечном итоге определялись тип, подтип, род, вид и разновидность почвы, направление почвообразовательного процесса.

Учет деревьев основного элемента древостоя на каждой ППП позволил установить средний диаметр с точностью 95 %. На ППП выполнен обмер всех деревьев на высоте 1,3 м в двух направлениях с точностью до 0,1 см при помощи мерной вилки (Анучин, 1984). Средний диаметр древостоя на ППП вычислялся как среднее квадратическое через сумму площадей сечений. Для каждого дерева устанавливался класс роста и развития по Крафту.

Санитарное состояние древостоев оценивалось согласно методическим требованиям Временной методики ... (1987) и Санитарным правилам ... (1998). Параллельно использовались методические рекомендации А.И. Тарасова (1986) и Общесоюзные нормативы ... (1992). Все деревья в процессе перечета подразделялись по категориям санитарного состояния (Санитарные правила..., 1998) на здоровые (Зд.), ослабленные (Осл.), сильно ослабленные (С. осл.), усыхающие (Ус), свежий сухостой (Св. с.), старый сухостой (Ст. с.).

Относительная полнота определялась с использованием таблиц стандартных значений сумм площадей сечений и запасов нормальных древостоев для горных лесов Урала (Основные положения ..., 1995).

Средняя высота древостоя устанавливалась по графику высот для дерева среднего диаметра. График высот строился на основании замеров высот у 15–20 деревьев основного элемента леса и 3–4 у

сопутствующих древесных пород. Замеры высот модельных деревьев производились с точностью до 0,1 м высотомером Блюмме Лейса.

Запас древостоя определялся по сортиментным и товарным таблицам для лесов Горного Урала (1997). Запас по ступеням толщины получали путем умножения объема дерева в этой ступени на количество деревьев в ней. Сумма запасов по ступеням давала общий запас по каждой породе.

Камеральная обработка собранных материалов выполнялась в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методиками, действующими ГОСТ и инструкциями.

Живой напочвенный покров (ЖНП) описывался на учетных площадках, равномерно размещенных по ППП через 2–2,5 м. Размер учетных площадок составлял 0,5×0,5 м, их количество на одной ППП – 20 шт. Для учета ЖНП все растения на отмеченных площадках срезались вровень с поверхностью почвы (Кудряшов и др., 1979; Радионова, 1980; Залесов и др., 2007; Данчева, Залесов, 2015). Затем срезанные растения сортировались по видам (Вакар, 1964; Новиков, Губанов, 1985; Определитель сосудистых растений ..., 1994). Укосы производились в третьей декаде июля (максимальная вегетация растений). Растения каждого вида взвешивались в свежем состоянии и от каждой навески отбирался образец для определения гигроскопической влажности. Для определения влажности образцы высушивались в сушильных шкафах при температуре 105 °С до постоянной массы и взвешивались в абсолютно сухом состоянии с точностью до 0,01 г. Все количественные показатели были подвергнуты статистической обработке.

Все виды растений разделялись по ценотипам: лесные, луговые, лесолуговые, лесные и луговые синантропы (Горчаковский, 1979).

При установлении количественных и качественных характеристик естественного возобновления использовалась методика А.В. Побединского (1966). Учетные площадки размером 2×2 м закладывались в количестве 15 шт. на каждой ППП. На тех же учетных площадках, помимо подроста, учитывался подлесок. При учете подрост делился по видам, возрасту, высоте, состоянию (жизнеспособный, сомнительный, нежизнеспособный, сухой). В перечень включались как жизнеспособные экземпляры, так и половина экземпляров сомнительной жизнеспособности. Нежизнеспособный подрост в расчет не включался. Всходы учитывались отдельно.

Одновременно подрост делился по высоте на крупный, средний, мелкий. К крупному относился подрост высотой более 1,5 м, к среднему – от 0,5 до 1,5 м, к мелкому – менее 0,5 м. В процессе обработки

экспериментальных данных определялось количество подростов и всходов, приходящихся в среднем на ППП, затем средние показатели переводились на 1 га.

Масса лесной подстилки на каждой ППП определялась по 15 учетным площадкам размерами 10×10 см с помощью шаблона. Шаблон укладывался на почву и по его периметру подстилка ножом вырезалась до минерального слоя. Затем из внутренней части шаблона убиралась вся растительность и вынималась подстилка. Далее лесная подстилка сортировалась по фракциям: хвоя, листья, кора, шишки, останки ЖНП, ветки, полуразложившиеся и разложившиеся остатки, после чего все фракции высушивались до абсолютно сухого состояния при температуре 105 °С.

Для вычисления среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки нами проводились моментные учеты в будничные и выходные дни с комфортной и дискомфортной погодой утром, в середине дня и вечером (Временная методика ....., 1987). Отдыхающие, остающиеся на участке на ночь, учитывались при вечерних наблюдениях и регистрировались путем опроса либо подсчетом людей, устанавливающих палатки или другие приспособления для ночлега. Нормы допустимых рекреационных нагрузок на сосняки разнотравные и ягодниковые взяты для равнинных лесов таежно-лесной зоны европейской части СССР, показатель среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки при этом не должен превышать 0,1 чел./га.

Продолжительность учетного периода равна одному году в связи с тем, что год является основной единицей времени, принятой в планировании. Также учитывается то, что продолжительность отдыха в разных природных и экономических условиях существенно различается в связи с длиной дня, числом дней с комфортной погодой, структурой использования свободного времени, а в течение года осуществляются циклы нарушения и восстановления основных компонентов природных комплексов к рекреационному воздействию. В связи с этим годовые учеты отдыхающих позволяют объективно оценивать устойчивость комплексов к рекреационному воздействию и при наличии годовых учетов легко определять рекреационную нагрузку для учетного периода любой продолжительности (Методы и единицы измерения ....., 1995).

В таежно-лесной зоне комфортную погоду приблизительно оценивают следующими условиями: летом температура воздуха +20 ... +25 °С, относительная влажность воздуха – 40–80 %, скорость ветра – до 2 м/с; зимой соответственно –5 ... –15 °С, 30–70 %, до 2 м/с. При других параметрах погоду оценивают как дискомфортную.



Объем и особенности проведения годовых моментных учетов определяют свойства «логопуассоновской» функции плотности распределения по классам наблюдений  $x$ , преобразованных в логарифмическую форму по формуле  $\ln(x+1)$ , со средними целочисленными значениями классов  $x_n$ , равными 0, 1, 2, 3 ... и т.д.

Из таких свойств для определения рекреационных нагрузок важны следующие.

Среднее значение «логопуассоновского» распределения является одновременно его дисперсией и определяется по формуле

$$P_n = e^{-\frac{\sum_{n=1}^N f_n x_n}{N}} - 1, \quad (1)$$

где  $P_n$  – средняя рекреационная нагрузка для ряда наблюдений;

$N$  – общее количество наблюдений в ряду;

$x_n$  – средние целочисленные значения классов наблюдений, преобразованных в логарифмическую форму;

$f_n$  – количество наблюдений (частоты) в классах.

Исходя из этого свойства установлено, что количество дней учета для определения среднегодовой единовременной нагрузки с точностью 10 % при вероятности 0,95 должно быть соответственно не менее 20 и 10 отдельно в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой, а общее количество учетных дней должно составлять не менее 40 в год.

Функция распределения теоретических частот «логопуассоновского» распределения имеет следующий вид:

$$f_n = \frac{P_n^{X_n}}{X_n!} N e^{-P_n}, \quad (2)$$

где  $X_n!$  – произведение всех целых чисел от 1 до  $X_n$ ;

все остальные обозначения такие же, как в формуле (1).

По формуле (2) устанавливаем вероятное количество дней с той или иной посещаемостью рекреационного объекта отдыхающими, что имеет большое значение для планирования объемов мероприятий по обслуживанию людей, охране общественного порядка, регулированию нагрузок и т.п.

Особо важное значение имеет третье свойство, определяющее сумму частных «логопуассоновских» распределений как распределение со средним, равным сумме частных средних.

Согласно этому свойству среднегодовая единовременная нагрузка на постоянных пробных площадях (ППП) определяется по формуле

$$P_r = 365^{-1} \sum_1^n P_n f_n, \quad (3)$$

где  $P_r$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, (чел./га);

$P_1 \dots P_n$  – средние за учетный период единовременные рекреационные нагрузки в разные сезоны года в нерабочие и рабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой, чел./га, определяемые по формуле (2);

$f_1 \dots f_n$  – средние количества нерабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой в разные сезоны года, дни.

Последнее свойство дает возможность снижать трудоемкость расчета рекреационных нагрузок при использовании коэффициентов соотношения  $P_r$  и  $P_n$ . Эти коэффициенты определяют следующим образом. На основе ограниченного количества наблюдений вычисляем  $P_n$  на ППП по формуле (1) для разных сезонов года, нерабочих и рабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой, разного времени суток, затем по формуле (3) рассчитываем для ППП  $P_r$ . Приняв  $P_r$  за единицу, определяем ее соотношение с  $P_n$ .

В таежно-лесной зоне европейской части России коэффициенты соотношения  $P_n$  с  $P_r$  при массовом повседневном отдыхе составляют в нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой соответственно 0,1 и 0,4, а в рабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой – 0,45 и 1,75 (Ханбеков, 1985).

Площадь сбоя (минерализованной поверхности) определялась путем измерения площади неорганизованной тропинойной сети, олуговевших участков и участков, лишенных живого напочвенного покрова.

Камеральная обработка экспериментальных данных реализована в соответствии с общепризнанными методиками, действующими ГОСТами и инструкциями. Статистико-математическая обработка материалов произведена на ПЭВМ типа IBM PC с помощью прикладных программ, составленных по методикам В.И. Василевича (1969), А.К. Митропольского (1971), Г.Н. Зайцева (1984) и др., а также пространственных программ «EXCEL». Тесноту и характер связи между парными признаками оценивали по коэффициентам корреляции и корреляционным отношениям. В случае обнаружения связи параметры уравнений по коэффициентам корреляции и корреляционным отношениям уравнений находили с помощью регрессионного анализа.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

#### 3.1. Местоположение постоянных пробных площадей

В соответствии с программой и методикой работ были обследованы лесные массивы лесопарков Екатеринбурга с фоновым, низким, средним и сильным рекреационным воздействием, подобраны участки и заложены постоянные пробные площади (ППП). Объектом наших исследований являлись насаждения Шарташского лесопарка, лесопарка им. Лесоводов России Екатеринбурга и Сысертского лесничества. Местонахождение заложённых в ходе исследований ППП приведено в табл. 9. ППП 20, 21, 22 и 23 заложены в лесных массивах, где рекреационное воздействие ограничивается единичным посещением в летний период для сбора грибов и ягод (условный контроль).

Лесопарк им. Лесоводов России расположен на площади 976 га близ Паркового микрорайона (на восточной окраине Екатеринбурга, к югу от Сибирского тракта). Парковая часть находится в середине южной половины лесопарка. Композиционным ядром этой зоны является поляна с ручьями и прудами (Гаврилов, 1987). Остальная территория относится к лесопарковой зоне. Интереснейшие композиционные точки здесь – гранитный монумент и наиболее возвышенная часть рядом с аллеей. Достопримечательностью парка служит аллея из 73 сибирских лиственниц, специально высаженных в 1966 г. участниками I Всероссийского совещания лесничих, состоявшегося в Свердловске. К сожалению, созданные в 1978 г. по инициативе группы ученых Уральского лесотехнического института (ныне Уральского государственного лесотехнического университета) 17 высоких деревянных скульптур (художник А. Гаврилов), аллегорически раскрывающих древнюю историю Рифейских гор, пришли в упадок из-за отрицательного воздействия природных факторов и уничтожения части их людьми.

На территории лесопарка высажены деревья и кустарники, представляющие регионы страны от Крайнего Севера и Дальнего Востока до Северного Кавказа, Центра России и Прикамья.

Шарташский лесопарк расположен к северо-востоку от города и имеет площадь 777 га. В нем находится один из самых известных городских водоемов – жемчужина города – озеро Шарташ.

Еще пятьдесят лет назад окруженное густым сосновым лесом озеро было за пределами городской черты. Юго-восточная и восточная части входят в городской парк «Каменные палатки» – геоморфологический,

археологический и историко-революционный памятник, а весь Шарташский лесопарк является ботаническим памятником природы (Архипова, 2001).

Таблица 9

Местоположение постоянных пробных площадей  
на территориях лесопарка им. Лесоводов России  
и Шарташского лесопарка

№ ППП	Площадь, га	Тип леса	Местоположение
Шарташский лесопарк			
1	0,4	С. ртр.	Квартал 58, выдел 18
2	0,3	С. яг.	Квартал 59, выдел 7
3	0,32	С. черн.	Квартал 59, выдел 23
4	0,38	С. ртр.	Квартал 59, выдел 47
5	0,35	С. яг.	Квартал 59, выдел 37
6	0,36	С. ртр.	Квартал 60, выдел 56
7	0,35	С. яг.	Квартал 60, выдел 39
Лесопарк им. Лесоводов России			
8	0,4	С. яг.	Квартал 74, выдел 15
9	0,34	С. ртр.	Квартал 72, выдел 14
10	0,3	С. ртр.	Квартал 74, выдел 17
11	0,25	С. ртр.	Квартал 73, выдел 3
12	0,48	С. яг.	Квартал 74, выдел 4
13	0,32	Ос. ртр.	Квартал 74, выдел 9
14	0,25	С. черн.	Квартал 77, выдел 1
15	0,36	С. ртр.	Квартал 73, выдел 25
16	0,36	С. яг.	Квартал 73, выдел 18
17	0,4	С. яг.	Квартал 77, выдел 13
18	0,44	С. ртр.	Квартал 74 выдел 7
19	0,26	Ос. ртр.	Квартал 76, выдел 25
Сысертское лесничество (условно контроль)			
20	0,44	С. яг.	Квартал 16
21	0,42	С. яг.	Квартал 16
22	0,36	С. ртр.	Квартал 16
23	0,40	С. ртр.	Квартал 16

Оба лесопарка являются местом активного отдыха горожан. Они находятся в зоне действия оживленных автотранспортных магистралей, железной дороги, нефтебазы и асфальтобетонного завода, которые создают высокий уровень загрязнения промышленными поллютантами.

Эти факторы, а также несанкционированная хозяйственная деятельность – организация свалок, выпас скота, проезд автотранспорта, раскопка земель под огороды, сбор лекарственных, декоративных и пищевых растений – при высокой рекреационной нагрузке привели к ухудшению санитарно-гигиенических и эстетических свойств насаждений, деградации подроста и живого напочвенного покрова.

Для закладки ППП нами были подобраны участки в разновозрастных высокополнотных насаждениях естественного происхождения.

В ходе исследований нами было заложено 23 ППП с различной степенью рекреационного воздействия – семь в Шарташском лесопарке, двенадцать в лесопарке им. Лесоводов России и четыре на территории Сысертского лесничества, на которых выполнено комплексное изучение компонентов насаждений, определены таксационные показатели древостоев и их санитарное состояние.

### **3.2. Таксационная характеристика древостоев постоянных пробных площадей**

Объекты наших исследований охватили сосновые насаждения трех наиболее распространенных типов леса лесопарков Екатеринбурга: разнотравный, ягодниковый и черничный. Также для сравнения постоянные пробные площади заложены в осиннике разнотравном.

В табл. 10 приведены основные таксационные характеристики древостоев постоянных пробных площадей.

Материалы табл. 10 свидетельствуют, что ППП заложены в спелых и приспевающих древостоях, а их возраст варьирует от 110 до 130 лет. ППП, заложенные на ключевых участках лесопарков, представляют насаждения коренных сосняков разнотравного (ППП 1, 4, 6, 9, 10, 11, 15, 18, 22, 23), ягодникового (ППП 2, 5, 7, 8, 12, 17, 20, 21) и черничного (ППП 3, 14). ППП 13 и 19 представлены производными осинниками разнотравного типа леса с долей сосны в составе от 1 до 4,3 единицы.

ППП заложены в древостоях с явным преобладанием сосны, за исключением ППП 22, где примесь березы достигает 3,3 единицы; ППП 20, где примесь березы достигает 5,6 единицы. То есть в качестве объектов исследования подобраны древостои, наиболее характерные для лесного фонда лесопарков Екатеринбурга. Анализируя густоту древостоев, следует отметить, что по этому показателю опытные объекты дифференцированы значительно больше даже в рамках одного типа леса. Наименьшее количество деревьев сосны зафиксировано на ППП 12, 13 и 19 – соответственно 173, 103, 125 и 64 шт./га.

Далее следует группа постоянных пробных площадей (ППП 8, 9, 15, 17, 18 и 20), на которых произрастает в пересчете на 1 га от 192 до 285 сосен. Еще шесть постоянных пробных площадей (ППП 1, 10, 11, 16, 21 и 22) характеризуются густотой сосны от 305 до 374 шт./га. Наибольшее количество деревьев сосны зафиксировано на ППП 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 и 23 – от 411 до 672 шт./га. Таким образом, по густоте древостои ППП могут быть подразделены на 4 вышеуказанные группы.

На основании анализа значений среднего диаметра преобладающей породы (сосны) следует отметить:

1) ППП 2, 4, 5, 7, 10 и 14 имеют средний диаметр от 24,3 до 28 см, это на 17 – 21 см меньше аналогичного показателя у деревьев сосны на большинстве ППП.

ППП 2, 5 и 7 заложены в сосняке ягодниковом, ППП 4 и 10 – в сосняке разнотравном, ППП 14 – в сосняке черничном. То есть низкие значения средних диаметров характерны для древостоев всех исследуемых типов леса и объясняются не условиями произрастания, а повышенной густотой древостоев;

2) на ППП 23 средний диаметр 45,3 см, что превышает на 12 – 17 см аналогичные показатели на остальных ППП. Проба заложена в спелом древостое с возрастом, близким к верхней границе этой возрастной группы;

3) древостои остальных 16 постоянных пробных площадей имеют средний диаметр от 28,0 до 40,4 см.

Анализ распределения ППП по показателю средней высоты древостоев свидетельствует о значительном варьировании (от 22,7 до 32,4 м). Наименьшую среднюю высоту имеют древостои ППП 4 и 14 – 22,7 и 22,5 м соответственно, наибольшую – ППП 20, 21, 22 и 23 – от 29,6 до 32,4 м. Последнее, на наш взгляд, объясняется тем, что ППП, имеющие наибольшую высоту, заложены в 16-м квартале Сысертского лесничества, где рекреационное воздействие минимально.

Существенные различия также наблюдаются по запасу древостоев постоянных пробных площадей. Так, в частности, запас древостоев сосняка разнотравного варьирует от 353 до 528 м<sup>3</sup>/га, запас древостоев сосняка ягодникового – от 317 до 597 м<sup>3</sup>/га, причем наибольший запас имеют ППП, заложенные в Сысертском лесничестве, т.е. на условном контроле.

Распределение древостоев постоянных пробных площадей по относительной полноте свидетельствует, что древостои всех ППП относятся к высокополнотным.

Таблица 10

Основные таксационные показатели древостоев ППП

№ ППП	Состав	Элементы леса						Ярус				Класс бонитета
		Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м²/га	Запас, м³/га	Высота, м	Полнота		Запас, м³/га	
			высота, м	диаметр, см					абсолютная, м²/га	относительная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сосняк разнотравный												
1	8,9С	120	27,0	32,0	405	44,59	368	26,6	50,73	1,20	439	II
	1,1Б	120	23,0	36,0	73	6,14	71					
	Итого				378	50,73	439					
4	10С	110	22,7	24,3	543	39,38	329	22,7	39,38	1,10	429	III
6	10С	120	25,5	30,0	567	39,87	371	25,5	39,87	1,1	471	III
9	10С	120	28,0	36,0	192	30,80	392	28,1	31,17	0,84	395	II
	0,07Б		15,5	16,0	18	0,37	3					
	Итого				210	31,17	395					
10	9,8С	120	26,2	28,0	353	28,05	345	26,0	29,00	0,79	353	II
	0,2Б	70	17,0	20,0	27	0,95	8					
	Итого				380	29,00	353					
11	9,3С	120	24,5	34,2	320	30,48	345	23,6	33,80	0,95	370	II
	0,2Б		13,0	14,0	76	0,92	6					
	0,5Ос		12,0	12,0	88	2,40	19					
	Итого				484	33,80	370					
15	9,7С	110	26,3	36,0	285	36,78	412	25,5	38,64	1,10	425	II
	0,3Б		15,0	16,0	83	1,86	13					
	Итого				368	38,64	425					
18	8С	120	25,6	30,0	211	23,58	265	24,6	31,26	0,87	334	III
	0,4Б		15,0	16,0	93	2,00	14					
	1,6Ос		22,0	32,0	112	5,68	55					
	Итого				416	31,26	334					



Продолжение табл. 10

34

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
22	6,7С	110	32,4	38,1	323	36,90	454	31,5	44,40	1	528	I
	3,3Б	90,0	29,8	31,0	100	7,50	74					
	Итого				423	44,40	528					
23	8,8С	120	30,3	35,17	411	39,9	427	30,2	45,7	1,01	483	II
	1,2Б	90	29,7	30,91	78	5,8	57					
	Итого				489	45,7	483					
Сосняк ягодниковый												
2	10С	110	22,4	28,0	543	37,92	367	22,4	37,92	1,30	367	III
5	10С	120	24,5	28,0	476	38,91	420	24,5	38,91	1,10	420	III
7	10С	120	24,5	28,0	572	35,51	392	24,5	35,51	0,98	392	III
8	8,8С	130	29,0	40,4	206	35,54	361	25,5	40,24	1,10	406	III
	1,2Б	70	22,0	32,0	65	4,70	45					
	Итого				271	40,24	406					
12	9,5С	130	28,5	40,0	173	25,40	317	28,1	27,20	0,73	334	II
	0,5Б		21,0	28,0	31	1,84	17					
	Итого				204	27,24	334					
16	10С	130	29,5	40,0	328	46,08	582	29,5	46,08	1,20	582	II
17	9,7С	130	26,3	34,3	258	29,62	579	26,1	31,82	0,87	597	III
	0,3Б		18,5	22,0	83	2,20	18					
	Итого				341	31,82	597					
20	4,4С	130	29,6	45,3	64	10,40	130	27,8	29,10	0,8	317	I
	5,6Б	90	26,3	30,5	258	18,80	188					
	Итого				322	29,10	317					
21	9,1С	110	29,3	36,0	374	38,10	466	29,01	45,00	1,02	529	I
	0,9Б	90	26,1	24,9	140	6,80	63					
	Итого				514	45,00	529					

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Сосняк черничный												
3	10С	120	25,5	31,0	627	41,29	442	25,5	41,29	1,10	442	III
14	9,7С	110	22,5	24,3	672	30,85	278	22,1	30,89	0,87	278	III
	0,3Б		10,0	8,0	8	0,04	0,2					
	Итого				680	30,89	278,2					
Осинник разнотравный												
13	4,3С	110	24,5	28,0	103	14,55	164	22,5	36,40	1,00	381	III
	0,3Б	60	21,0	24,0	19	1,18	12					
	5,4Ос	60	21,0	28,0	319	20,67	205					
	Итого				441	36,40	381					
19	7Ос	130	24,0	32,0	242	15,54	155	23,6	25,05	0,70	236	III
	2Б	80	23,5	26,0	140	6,16	51					
	1С		21,0	22,0	125	3,35	30					
	Итого				507	25,05	236					

ППП 4 и 6, заложенные в условиях сосняка разнотравного являются чистыми сосновыми, на остальных ППП доля примеси березы не превышает 3,3 единицы в составе, осины (ППП 11 и 18) – 1,6. В условиях сосняка ягодникового ППП 2, 5, 7 и 16 являются также чистыми сосновыми, на остальных ППП примесь березы в составе древостоев не превышает 1,2 единицы. ППП, заложенные в осиннике разнотравном, имеют в составе древостоев от 5,4 до 7 единиц осины, от 1,0 до 4,3 сосны, от 0,3 до 2 единиц березы. ППП 3, заложенная в условиях сосняка черничного, относится к чистому сосняку, на ППП 14 этого же типа леса доля березы не превышает 0,3 единицы в составе.

Рассматривая распределение древостоев ППП по показателю производительности, можно отметить, что все опытные объекты относятся ко II – III классам бонитета, кроме постоянных пробных площадей, заложенных в квартале 16 Сысертского лесничества, т.е. в зоне минимального рекреационного воздействия (I–II классы бонитета).

### **3.3. Рекреационная нагрузка на постоянных пробных площадях**

Степень рекреационной нагрузки зависит не только от обустроенности объекта, но и от интенсивности его посещения населением. Отрицательное влияние рекреационных нагрузок на любые насаждения зависит от целого ряда факторов. К ним можно отнести лесоводственно-таксационные показатели насаждений и, конечно же, степень рекреационного воздействия. В то же время при оценке интенсивности рекреационной нагрузки необходимо учитывать, каким образом воздействуют на насаждения рекреанты (Феоктистов, 2005). Так, при зимнем отдыхе воздействия на почву и уплотнения последней практически не происходит. В то время как в летний период рекреационное воздействие выражается прежде всего в уплотнении почвы, снижении ее скважности и порозности.

Основной формой рекреационного воздействия в лесопарках является вытаптывание. В соответствии с действующей методикой (Временная методика определения ... , 1987) исследования проводились на опытных объектах с различной степенью рекреационного воздействия: фоновой, низкой, средней и сильной.

С учетом этого в качестве меры совокупного влияния факторов рекреационного воздействия на природные комплексы принята рекреационная нагрузка – интегрированный показатель рекреационного

воздействия, определяемый количеством отдыхающих на единице площади, временем их пребывания на объекте рекреации и видом отдыха. Для этого нами велся учет посещаемости в выходные и будничные дни при комфортной и дискомфортной погоде утром, днем и вечером.

Средние данные по посещаемости и среднегодовой единовременной нагрузке представлены в прил. 1.

Учитывая различную степень посещаемости постоянных пробных площадей в разные сезоны года в зависимости от времени суток, рассмотрим данные по посещаемости ППП в условиях сосняка разнотравного в выходные и будничные дни зимой и летом. Расположение ППП, а также наличие на них нерегулируемой дорожно-тропиночной сети обуславливает различие в посещаемости ППП.

Так, оценивая посещаемость лесных массивов, где заложены ППП (рис. 2 и 3), можно утверждать, что лесопарки горожане посещают независимо от времени года: и зимой, и летом.

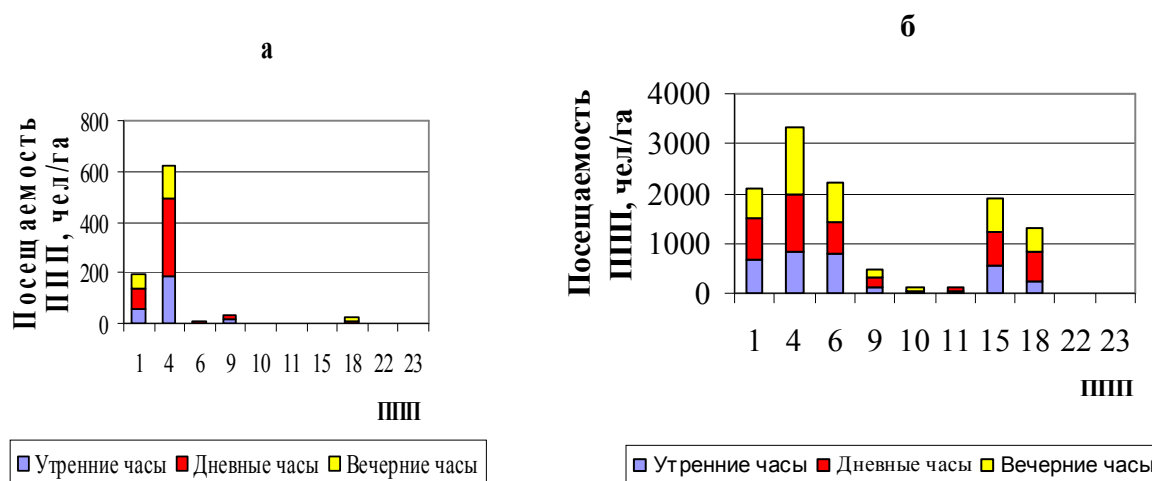


Рис. 2. Посещаемость ППП в выходные дни в условиях сосняка разнотравного: а – зимой, б – летом

ППП 1, 4, 6 и 9 отличаются наибольшей посещаемостью. Последнее объясняется прежде всего тем, что эти ППП расположены в местах массового отдыха горожан: ППП 1 непосредственно у озера Шарташ, ППП 4 – рядом с центральной площадкой для игр в баскетбол и волейбол, ППП 6 и 9 являются частью площадок активного отдыха горожан.

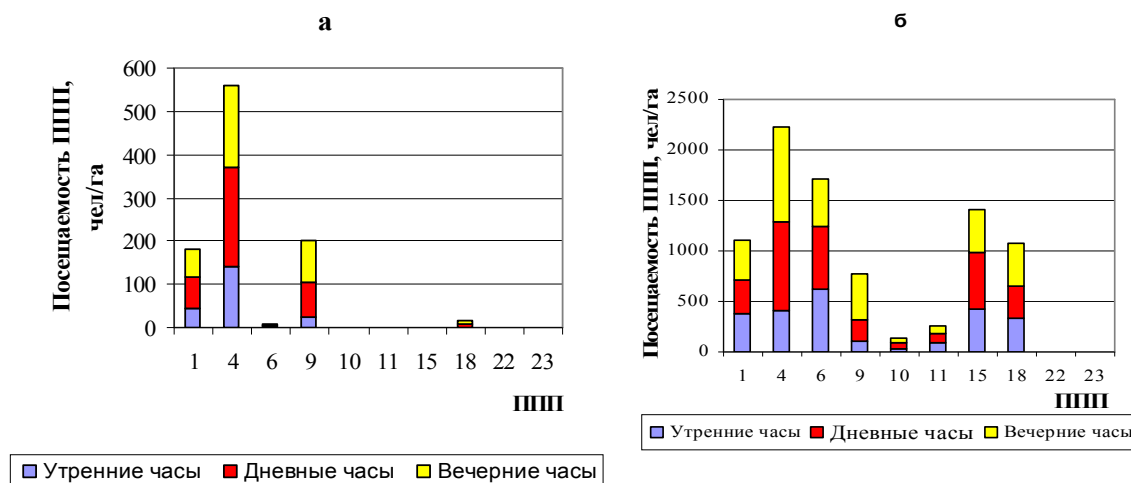


Рис. 3. Посещаемость ППП в будние дни в условиях сосняка разнотравного:  
а – зимой, б – летом

На этих ППП высокая посещаемость наблюдается в дневное время зимой и летом как в выходные, так и будние дни. Разница только в том, что летом посещаемость ППП гораздо выше, чем зимой. Можно отметить, что в вечерние часы в будние дни посещаемость также высокая.

На ППП 22 и 23 посещаемость близка к нулю как зимой, так и летом, поскольку эти ППП заложены как контрольные и посещаются гражданами лишь периодически при сборе грибов и ягод.

На рис. 4 и 5 представлены данные по посещаемости насаждений сосняка ягодникового в выходные и будние дни зимой и летом.

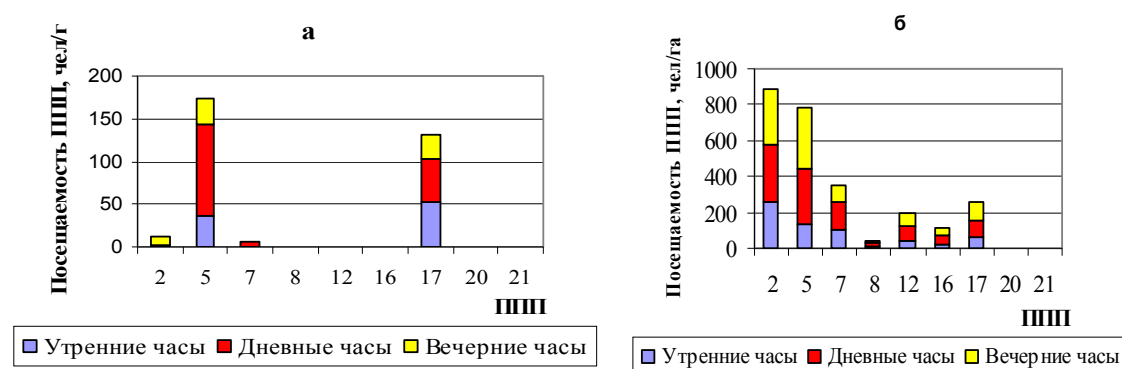


Рис. 4. Посещаемость ППП в выходные дни в условиях сосняка ягодникового:  
а – зимой, б – летом

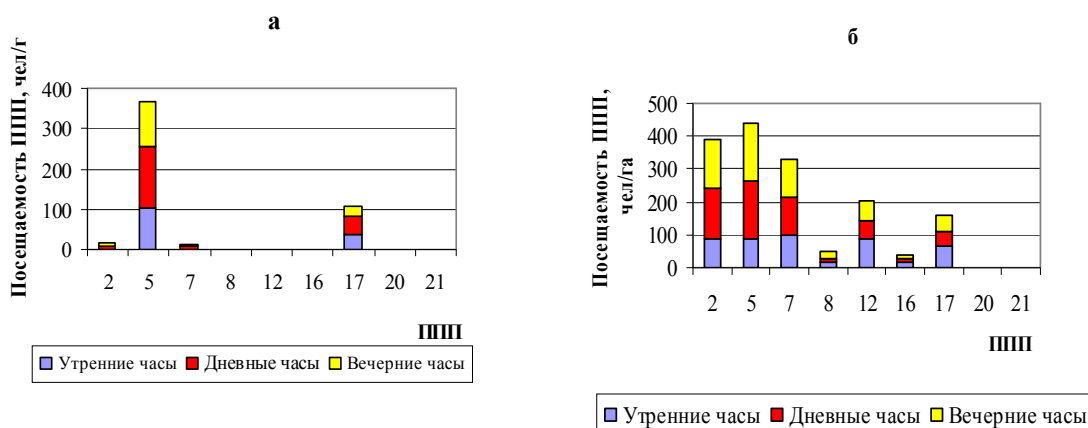


Рис. 5. Посещаемость ППП в будние дни в условиях сосняка ягодникового:  
а – зимой, б – летом

Материалы рис. 4 и 5 наглядно свидетельствуют, что в условиях сосняка ягодникового ППП 5 и 17 отличаются высокой посещаемостью как зимой, так и летом. Они заложены в местах активного отдыха горожан. ППП 2 посещается в основном только в летний период. На ППП 21 и 23 рекреационная нагрузка является фоновой и проявляется в эпизодическом их посещении отдельными гражданами для сбора грибов и ягод.

В целом можно отметить, что в выходные дни посещаемость ППП увеличивается в 2 – 3 раза по сравнению с будними днями вне зависимости от типа леса. Средняя и высокая посещаемость в дневные и вечерние часы наблюдается на ППП, заложенных в местах активного отдыха горожан летом. Так, из девяти постоянных пробных площадей на пяти наблюдается высокая посещаемость.

Так как посещаемость по сезонам года не показывает общей картины рекреационного воздействия, нами высчитан показатель среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки для каждой постоянной площади (Временная методика ..., 1987).

С учетом нормы допустимых рекреационных нагрузок для сосняков разнотравного и ягодникового равнинных лесов таежно-лесной зоны европейской части России показатель среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки не должен превышать 0,1 чел./га. Для зоны хвойно-широколиственных лесов южной подзоны тайги нормы уменьшают до 0,07. Учитывая полученные данные по среднегодовой единовременной нагрузке, все ППП можно разделить по степени рекреационного воздействия на 4 группы: ППП с фоновой

эпизодической рекреационной нагрузкой (где показатель среднегодовой рекреационной нагрузки близок к 0), низкой – от 0,01 до 0,05 чел./га, средней – от 0,06 до 0,10 и сильной – от 0,11 чел./га и выше степенью рекреационного воздействия (табл. 11).

Таблица 11

Степень рекреационного воздействия на насаждения ППП

№ ППП	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка по будням и выходным, чел./га	Степень рекреационного воздействия, чел./га			
		Фоновая (до 0,01)	Низкая (от 0 до 0,05)	Средняя (от 0,06 до 0,10)	Сильная (от 0,11 и выше)
Сосняк разнотравный					
1	0,12 – 0,14				+
4	0,18 – 0,18				+
6	0,14 – 0,19				+
9	0,06 – 0,07			+	
10	0,01 – 0,04		+		
11	0,01 – 0,04		+		
15	0,10 – 0,12				+
18	0,10 – 0,14				+
22	0	+			
23	0	+			
Сосняк ягодниковый					
2	0,08– 0,18				+
5	0,18 – 0,14				+
7	0,07 – 0,07			+	
8	0,01 – 0,05		+		
12	0,08 – 0,08			+	
16	0,02 – 0,03		+		
17	0,04 – 0,10			+	
20	0	+			
21	0	+			
Сосняк черничный					
3	0,07 – 0,10			+	
14	0,07 – 0,14				+
Осинник разнотравный					
13	0,02 – 0,03		+		
19	0,07 – 0,14				+

Материалы табл. 11 свидетельствуют, что в условиях сосняка разнотравного из десяти ППП пять заложены в условиях сильной степени рекреационного воздействия (ППП 1, 4, 6, 15 и 18). ППП 10 и 11



имеют низкую степень рекреационного воздействия. На ППП 9 наблюдается средняя степень рекреационного воздействия.

В условиях сосняка ягодникового ППП 2 и 5 заложены в зоне сильного, ППП 7, 12 и 17 – среднего, ППП 8 и 16 – низкого рекреационного воздействия.

На ППП 20, 21, 22 и 23 наблюдается фоновое эпизодическое воздействие, поэтому среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка близка к нулю.

### **Выводы**

1. Объектами исследований служили преимущественно сосновые насаждения разнотравного и ягодникового типов леса, расположенные в лесопарках Екатеринбурга и Сысертском лесничестве Свердловской области.

2. Интенсивность степени рекреационного влияния на насаждения ППП сильно варьирует, что объясняется их местоположением относительно мест активного и неактивного отдыха горожан.

3. Интегральным показателем степени рекреационного воздействия на лесные насаждения может служить показатель среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки.

4. Посещаемость ППП зависит от времени суток и сезона года. Посещаемость в выходные дни в 2–3 раза выше, чем в будние дни. Пик посещаемости наблюдается в дневные и вечерние часы.

5. Существенных различий в посещаемости насаждений сосняков разнотравного и ягодникового не установлено, что, на наш взгляд, объясняется близкими таксационными показателями и близкой рекреационной привлекательностью.

7. Рекреационное воздействие на древостой ППП проявляется прежде всего в снижении класса бонитета и показателя густоты.

8. Регулировать интенсивность рекреационной нагрузки в лесопарках можно путем создания дорожно-тропиночной сети. При этом основное количество отдыхающих будет передвигаться по проложенным тропинкам, а неосвоенная дорожно-тропиночной сетью территория практически не будет использоваться.

## **4. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ДРЕВОСТОЙ**

Древостой является наиболее устойчивым к рекреационной нагрузке компонентом, тем не менее изменения в остальных компонентах фитоценоза отражаются и на нем. Основную роль в процессе

деградации древостоя, очевидно, играют уплотнение почвы и ухудшение ее водно-физических свойств, а также механические повреждения деревьев (Александров, 2002; Репшас, 1978; Данчева и др., 2014; Соболев, 2013; Данчева, 2013).

В условиях изменяющейся среды, по мнению И.С. Мелехова (1980), влияние деревьев друг на друга проявляются особенно сильно. Исследования Г.И. Зайкова (1989) показали, что рекреационные нагрузки способствуют переходу ослабленных деревьев в категорию сильно ослабленных.

В зоне рекреации резко увеличивается количество сухих ветвей в кронах ослабленных деревьев, что связано с сильным уплотнением почвы; количество механических повреждений, затесок, повреждений коры на стволах деревьев. Сильно страдают поверхностные корни и корневые лапы. Почти все они несут следы механических повреждений, которые являются «воротами» для корневой губки, опенка и других грибных заболеваний. Поэтому очень важно правильно организовать эксплуатацию рекреационных лесов.

#### **4.1. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка разнотравного**

Изучая санитарное состояние древостоев, мы все деревья распределили по 6 категориям (Санитарные правила ..., 1998). Кроме того, производилась оценка ослабленности древостоев по показателю средневзвешенной категории состояния. Древостои согласно предлагаемой нами шкале классифицируются следующим образом: 1–1,5 – здоровые, 1,6–2,5 – ослабленные, 2,6–3,5 – сильно ослабленные, 3,6–4,5 – усыхающие и более 4,6 – погибшие (шкала категории состояния деревьев представлена в прил. 2).

Вызванное рекреационными нагрузками уплотнение почвы и ухудшение воздухообмена в ней, а также повреждение корней и стволов деревьев приводит к ухудшению санитарного состояния деревьев и, как следствие этого, к изменению распределения их по классам санитарного состояния (табл. 12) и ухудшению санитарного состояния древостоев в целом.

Материалы табл. 12 свидетельствуют о том, что средневзвешенная категория санитарного состояния древостоев ППП в условиях сосняка разнотравного варьирует от 1,1 до 1,88.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что на ППП 11, имеющей низкую степень рекреационного воздействия, средневзвешенная категория санитарного состояния составляет 1,16, что соответствует категории здоровые. ППП 10 характеризуется низкой

степенью рекреационного воздействия, но при этом балл санитарного состояния составляет 1,60, что соответствует категории ослабленные, при этом доля деревьев I класса санитарного состояния составляет 73 %.

Таблица 12

Распределение количества деревьев сосны по классам санитарного состояния в условиях сосняка разнотравного, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния						Средне- взвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреа- ционного воздействия
	I	II	III	IV	V	Всего		
1	$\frac{210}{51,90}$	$\frac{135}{33,30}$	$\frac{45}{11,10}$	$\frac{5}{1,23}$	$\frac{10}{2,47}$	$\frac{405}{100}$	1,69	Сильная
4	$\frac{245}{45,10}$	$\frac{226}{41,62}$	$\frac{32}{5,89}$	$\frac{29}{5,30}$	$\frac{11}{2,00}$	$\frac{543}{100}$	1,78	Сильная
6	$\frac{274}{48,30}$	$\frac{214}{37,70}$	$\frac{40}{7,10}$	$\frac{22}{3,90}$	$\frac{17}{2,90}$	$\frac{567}{100}$	1,75	Сильная
9	$\frac{144}{75,00}$	$\frac{24}{12,50}$	$\frac{15}{7,81}$	$\frac{9}{4,69}$	0	$\frac{192}{100}$	1,42	Средняя
10	$\frac{256}{72,52}$	$\frac{73}{20,68}$	$\frac{7}{1,98}$	0	$\frac{17}{4,82}$	$\frac{353}{100}$	1,60	Низкая
11	$\frac{268}{83,75}$	$\frac{52}{16,25}$	0	0	0	$\frac{320}{100}$	1,16	Низкая
15	$\frac{194}{68,07}$	$\frac{36}{12,63}$	$\frac{47}{16,49}$	$\frac{8}{2,81}$	0	$\frac{285}{100}$	1,54	Сильная
18	$\frac{125}{59,24}$	$\frac{27}{12,80}$	$\frac{27}{12,79}$	$\frac{23}{10,90}$	$\frac{9}{4,27}$	$\frac{211}{100}$	1,88	Сильная
22	$\frac{280}{86,69}$	$\frac{43}{13,31}$	0	0	0	$\frac{323}{100}$	1,10	Фоновая
23	$\frac{340}{82,73}$	$\frac{71}{17,27}$	0	0	0	$\frac{411}{100}$	1,20	Фоновая

Древостой постоянных пробных площадей (ППП 1, 4, 6 и 18), характеризующиеся сильной степенью рекреационного воздействия, имеют показатель средневзвешенной категории санитарного состояния от 1,75 до 1,88, что соответствует категории ослабленные. Количество деревьев IV и V классов санитарного состояния варьирует от 1,23 до 10,9 %, что свидетельствует о незначительном превышении отпада на этих ППП над естественным отпадом на ППП, не подверженных рекреационным нагрузкам или с низкой степенью рекреационного воздействия. Исключение составляет ППП 15, где при сильной

степени рекреационного воздействия показатель средневзвешенной категории санитарного состояния достигает 1,54, что соответствует категории здоровые. Однако показатель средневзвешенной категории санитарного состояния древостоя на этой ППП очень близок к показателю, соответствующему ослабленным древостоям. Кроме того, на ППП 15 более 16 % деревьев относится к сильно ослабленным, т.е. при условии продолжения интенсивных рекреационных нагрузок данные деревья, несомненно, перейдут в отпад. Показатель средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев на ППП 22 и 23 при фоновом рекреационном воздействии составляет 1,1 и 1,2 соответственно. Другими словами, при отсутствии рекреационных нагрузок сосновые древостои данного возраста и типа леса характеризуются как здоровые.

Регрессионный анализ показывает зависимость средневзвешенной категории санитарного состояния от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного и описывается уравнением

$$y = 0,0842x + 1,0487, \quad (4)$$

где  $y$  – средневзвешенная категория санитарного состояния,

$x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел/га.

Величина достоверности аппроксимации данных  $R^2 = 0,8322$ .

Помимо показателя средневзвешенной категории санитарного состояния, очень важно иметь данные о распределении всех деревьев по классам санитарного состояния. Последнее позволяет более объективно планировать мероприятия по предотвращению естественного отпада, прежде всего по уборке деревьев IV и V классов санитарного состояния (например путем выборочных санитарных рубок).

Доля деревьев I класса санитарного состояния при низкой степени рекреационного воздействия составляет от 73 до 84 %, а при сильной степени – от 45 до 60 %. Доля деревьев I класса санитарного состояния на ППП с фоновым рекреационным воздействием достигает 89 %. На ППП с низкой степенью рекреационного воздействия или без нее деревья III, IV и V классов санитарного состояния отсутствуют. Исключение составляет ППП 10: количество деревьев III и V классов санитарного состояния составляет 7 %. Таким образом, о санитарном состоянии древостоев можно судить не только по показателю средневзвешенной категории санитарного состояния, но и по доле деревьев II категории санитарного состояния. В частности, к сильно ослабленным можно относить древостои, где на долю здоровых приходится меньше 60 % общего количества деревьев.

Распределение общего числа деревьев березы и осины в условиях сосняка разнотравного по классам санитарного состояния приведено в табл. 13.

Таблица 13

Распределение количества деревьев березы и осины по классам санитарного состояния в условиях сосняка разнотравного, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния				Средневзвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреационного воздействия
	I	II	III	Всего		
Береза						
1	0	$\frac{43}{59,00}$	$\frac{30}{41,00}$	$\frac{73}{100}$	2,40	Сильная
9	0	$\frac{18}{100}$	0	$\frac{18}{100}$	2,00	Средняя
10	$\frac{27}{100}$	0	0	$\frac{27}{100}$	1,00	Низкая
15	$\frac{36}{43,37}$	$\frac{47}{56,60}$	0	$\frac{83}{100}$	1,57	Сильная
22	$\frac{84}{84,00}$	$\frac{16}{16,00}$	0	$\frac{100}{100}$	1,20	Фоновая
23	$\frac{50}{64,10}$	$\frac{28}{35,90}$	0	$\frac{78}{100}$	1,35	Фоновая
11	Береза					Низкая
	$\frac{14}{100}$	0	0	$\frac{14}{100}$	1,00	
	Осина					
	$\frac{7}{58,33}$	$\frac{5}{42,00}$	0	$\frac{12}{100}$	1,42	
18	Береза					Сильная
	$\frac{30}{32,26}$	$\frac{2}{2,15}$	$\frac{61}{65,59}$	$\frac{93}{100}$	2,33	
	Осина					
	$\frac{30}{26,79}$	$\frac{82}{73,21}$	0	$\frac{112}{100}$	1,73	

Материалы табл. 13 свидетельствуют, что на ППП с фоновым и низким рекреационным воздействием (ППП 10, 22, 23) показатель средневзвешенной категории санитарного состояния варьирует от 1,00 до 1,35, что соответствует категории здоровые, а доля здоровых деревьев на этих ППП достигает 100 %.

На постоянных пробных площадях с сильной степенью рекреационного воздействия (ППП 1, 15, 18) показатель средневзвешенной

категории санитарного состояния изменяется от 1,57 до 2,40, что соответствует категории ослабленные. При этом доля деревьев III класса санитарного состояния достигает 66 %. ППП 9 при среднем рекреационном воздействии также относится к категории ослабленные.

На основании полученных данных можно предположить, что устойчивость березы к рекреационному воздействию несколько выше, чем сосны.

Последнее подтверждается доминированием деревьев березы I класса санитарного состояния на большинстве ППП (до 100 %), однако при среднем и сильном рекреационном воздействии наблюдается отсутствие здоровых экземпляров березы (ППП 1 и 9).

#### **4.2. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка ягодникового**

Производительность почв в условиях сосняка ягодникового несколько ниже таковой в условиях сосняка разнотравного, что позволяет высказать гипотезу о меньшей устойчивости деревьев сосны и березы, чем древостоев сосняка разнотравного (Феоктистов, 2005).

Для проверки вышесказанной гипотезы нами выполнено распределение деревьев сосны, произрастающих в условиях сосняка ягодникового, по категориям санитарного состояния. Результаты исследований позволили установить средневзвешенную категорию санитарного состояния для древостоев каждой ППП и сравнить ее значение со степенью рекреационного воздействия (табл. 14).

Материалы табл. 14 свидетельствуют, что показатель средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев сосны в условиях сосняка ягодникового варьирует от 1,2 до 2,27. В распределении деревьев по категориям санитарного состояния в зависимости от степени рекреационного воздействия наблюдается та же закономерность, что и в условиях сосняка разнотравного.

При низкой степени рекреационного воздействия (ППП 8 и 16) показатель средневзвешенной категории санитарного состояния составляет 1,37–1,5, т.е. древостои могут оцениваться как здоровые. Доля здоровых деревьев сосны I класса санитарного состояния при этом достигает 71 %, а на долю деревьев сосны III–V классов санитарного состояния приходится не более 11 % от общего числа деревьев.

Показатель средневзвешенной категории санитарного состояния древостоев постоянных пробных площадей с сильной и средней степенью рекреационного воздействия (ППП 2, 5, 7, 12) варьирует от

1,58 до 2,27, что соответствует категории ослабленные. На долю деревьев I класса санитарного состояния приходится от 10 до 50, II класса – от 23 до 59 % от общего количества деревьев на ППП. Также большой процент составляют деревья сосны III и IV классов санитарного состояния – от 1 до 25 %. Исключение – ППП 16, где при средней степени рекреационного воздействия показатель средневзвешенная категория санитарного состояния составляет 1,5, что соответствует категории здоровые. На долю деревьев I класса санитарного состояния приходится 64 %, остальные деревья относятся ко II, III и IV классам санитарного состояния. Отпад на этой ППП можно объяснить средней степенью рекреационного воздействия.

Таблица 14

Распределение числа деревьев сосны по классам санитарного состояния в условиях сосняка ягодникового, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния						Средне- взвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреацион- ного воздействия
	I	II	III	IV	V	Все- го		
2	$\frac{57}{10,50}$	$\frac{320}{58,90}$	$\frac{133}{24,50}$	$\frac{30}{5,50}$	$\frac{3}{0,55}$	$\frac{543}{100}$	2,27	Сильная
5	$\frac{169}{29,30}$	$\frac{314}{54,50}$	$\frac{76}{13,20}$	$\frac{17}{3,00}$	0	$\frac{576}{100}$	1,77	Сильная
7	$\frac{328}{57,30}$	$\frac{180}{31,50}$	$\frac{49}{8,60}$	$\frac{6}{1,05}$	$\frac{9}{1,60}$	$\frac{572}{100}$	1,58	Средняя
8	$\frac{147}{71,36}$	$\frac{48}{23,30}$	$\frac{8}{3,88}$	0	$\frac{3}{1,46}$	$\frac{206}{100}$	1,37	Низкая
12	$\frac{46}{26,59}$	$\frac{90}{52,02}$	$\frac{35}{20,23}$	$\frac{2}{1,16}$	0	$\frac{173}{100}$	1,96	Средняя
16	$\frac{211}{64,33}$	$\frac{75}{22,87}$	$\frac{36}{10,98}$	$\frac{6}{1,73}$	0	$\frac{328}{100}$	1,50	Низкая
17	$\frac{130}{50,39}$	$\frac{128}{49,61}$	0	0	0	$\frac{258}{100}$	1,50	Средняя
20	$\frac{40}{62,50}$	$\frac{24}{37,50}$	0	0	0	$\frac{64}{100}$	1,40	Фоновая
21	$\frac{293}{78,34}$	$\frac{81}{21,66}$	0	0	0	$\frac{374}{100}$	1,20	Фоновая

Можно также отметить, что при среднем и сильном рекреационном воздействии на долю деревьев сосны IV и V классов санитарного



состояния приходится около 6 %, что свидетельствует о незначительном превышении текущего отпада на ППП 2, 5, 7 и 12 над естественным отпадом в неподверженных рекреационному воздействию древостоях (ППП 20 и 21).

Анализируя санитарное состояние древостоев на ППП, заложенных в зоне фонового рекреационного воздействия (ППП 20 и 21), можно отметить, что показатель средневзвешенной категории санитарного состояния не превышает здесь 1,4. Доля здоровых деревьев I класса санитарного состояния достигает 79 %, на долю II класса приходится до 38 % общего количества деревьев.

Регрессионный анализ показывает зависимость средневзвешенной категории санитарного состояния от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового и описывается уравнением

$$y = 0,088x + 1,1767, \quad (5)$$

где  $y$  – средневзвешенная категория санитарного состояния,

$x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га.

Величина достоверности аппроксимации данных  $R^2 = 0,5291$ .

Распределение общего числа деревьев березы по классам санитарного состояния в условиях сосняка ягодникового представлено в табл. 15.

Таблица 15

Распределение количества деревьев березы по классам санитарного состояния в условиях сосняка ягодникового, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния				Средневзвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреационного воздействия
	I	II	III	Всего		
8	$\frac{65}{100}$	0	0	$\frac{65}{100}$	1,00	Низкая
12	0	$\frac{31}{100}$	0	$\frac{31}{100}$	2,00	Средняя
17	$\frac{70}{84,33}$	$\frac{13}{15,67}$	0	$\frac{83}{100}$	1,16	Средняя
20	$\frac{240}{93,02}$	$\frac{18}{7,98}$	0	$\frac{258}{100}$	1,07	Фоновая
21	$\frac{102}{72,86}$	$\frac{34}{24,29}$	$\frac{4}{2,85}$	$\frac{140}{100}$	1,30	Фоновая

Материалы табл. 15 свидетельствуют, что ППП, заложенные в зоне фонового и низкого рекреационного воздействия, характеризуются лучшим санитарным состоянием березы, чем сосны. Так, показатель средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев березы составляет на ППП 8, 20 и 21 от 1,00 до 1,30, что соответствует категории здоровые. На долю деревьев березы I класса санитарного состояния приходится от 73 до 100 %, доля деревьев II класса санитарного состояния не превышает 24 %.

При средней степени рекреационного воздействия (ППП 12) показатель средневзвешенной категории санитарного состояния составляет 2,00, что соответствует категории ослабленные. На долю деревьев березы II класса санитарного состояния приходится до 100 % общего количества деревьев на ППП.

Деревья березы на ППП 17 при средней степени рекреационного воздействия характеризуются как здоровые: балл средневзвешенной категории санитарного состояния составляет 1,16, доля здоровых деревьев березы – 84 %. Существенность различий в распределении деревьев березы по классам санитарного состояния при средней степени рекреационного воздействия, на наш взгляд, может быть объяснена большей исходной густотой древостоев на ППП 17 по сравнению с таковой на ППП 12, т.е. различиями в таксационной характеристике древостоев. Кроме того, на ППП 12 произрастает только 31 дерево березы, что не позволяет делать статистически достоверные выводы о распределении деревьев по классам санитарного состояния.

Несмотря на отсутствие на ППП отмирающих и отмерших деревьев березы, нельзя сказать, что она в условиях сосняка ягодникового более устойчива, чем сосна. Даже на контрольных ППП, где рекреационное воздействие заключается в эпизодическом посещении для сбора грибов и ягод (ППП 20 и 21), значительна доля деревьев березы II и III классов санитарного состояния, т.е. ослабленных. Последнее, на наш взгляд, объясняется более быстрым по сравнению с сосной старением деревьев березы и, как следствие этого, поражением ее стволовыми гнилями. Для более детальной оценки санитарного состояния березы требуется проведение дальнейших исследований.

#### **4.3. Санитарное состояние древостоев ППП в условиях сосняка черничного и осинника разнотравного**

Распределение числа деревьев сосны и березы по категориям санитарного состояния в условиях сосняка черничного приведено в табл. 16.

Анализируя санитарное состояние деревьев сосны в условиях сосняка черничного (ППП 3), можно отметить, что при средней степени рекреационного воздействия средневзвешенная категория санитарного состояния равна 1,54, что соответствует категории здоровые. На долю здоровых деревьев I класса санитарного состояния приходится 62 %, II класса – 27 %, а на III, IV и V – до 8 %. Деревья сосны ППП 14 при сильном рекреационном воздействии имеют показатель средневзвешенной категории санитарного состояния 1,77, что соответствует категории ослабленные, при этом доля деревьев I класса санитарного состояния достигает всего 26 %, а на долю деревьев сосны II класса санитарного состояния приходится 72 %.

Таблица 16

Распределение количества деревьев сосны и березы по классам санитарного состояния в условиях сосняка черничного, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния						Средне- взвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреа- ционной нагрузки
	I	II	III	IV	V	Все- го		
Сосна								
3	$\frac{391}{62,40}$	$\frac{166}{26,50}$	$\frac{50}{8,00}$	$\frac{7}{1,10}$	$\frac{13}{2,10}$	$\frac{627}{100}$	1,54	Средняя
14	$\frac{176}{26,19}$	$\frac{484}{72,02}$	$\frac{4}{0,59}$	$\frac{8}{1,19}$	0	$\frac{672}{100}$	1,77	Сильная
Береза								
14	0	$\frac{8}{100}$	0	0	0	$\frac{8}{100}$	2,00	Сильная

Деревья березы при аналогичном рекреационном воздействии имеют средневзвешенную категорию санитарного состояния 2,00, что соответствует категории ослабленные.

Материалы табл. 16 наглядно свидетельствуют о пониженной устойчивости к рекреационному воздействию деревьев сосны в условиях сосняка черничного. Последнее проявляется прежде всего не в показателе средневзвешенной категории санитарного состояния, а в распределении количества деревьев. Так, деревьев I класса санитарного состояния в этом типе леса значительно меньше, чем в условиях сосняков разнотравного и ягоdnикового.

Данные о санитарном состоянии березы можно рассматривать только условно, поскольку количество обследованных деревьев этой породы в условиях сосняка черничного значительно меньше, чем

необходимо для получения достоверных данных в соответствии с требованиями лесной таксации.

В табл. 17 приведено распределение деревьев сосны, березы и осины по категориям санитарного состояния в условиях осинника разнотравного.

Таблица 17

Распределение числа деревьев сосны, березы и осины по классам санитарного состояния в условиях осинника разнотравного, шт./га/%

№ ППП	Класс санитарного состояния						Средневзвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреа- ционной нагрузки
	I	II	III	IV	V	Всего		
Сосна								
13	$\frac{53}{51,46}$	$\frac{38}{36,89}$	$\frac{9}{8,74}$	$\frac{3}{2,91}$	0	$\frac{103}{100}$	1,63	Низкая
19	$\frac{45}{36,00}$	$\frac{72}{57,60}$	$\frac{8}{6,40}$	0	0	$\frac{125}{100}$	1,70	Сильная
Береза								
13	$\frac{6}{31,60}$	$\frac{13}{68,42}$	0	0	0	$\frac{19}{100}$	1,68	Низкая
	Осина							
	$\frac{272}{85,27}$	$\frac{44}{13,79}$	$\frac{3}{0,94}$	0	0	$\frac{319}{100}$	1,17	
Береза								
19	$\frac{20}{55,00}$	$\frac{120}{45,00}$	0	0	0	$\frac{140}{100}$	1,87	Сильная
	Осина							
	$\frac{23}{9,50}$	$\frac{219}{90,50}$	0	0	0	$\frac{242}{100}$	1,90	

Сравнивая количество деревьев той или иной категории санитарного состояния в условиях осинника разнотравного, можно сделать следующий вывод: санитарное состояние деревьев сосны в зависимости от степени рекреационного воздействия практически не отличается. Так, при низком и сильном рекреационном воздействии показатель средневзвешенной категории санитарного состояния на ППП 13 и 19 составляет 1,63 и 1,70, что соответствует категории ослабленные. Доля деревьев сосны I класса санитарного состояния достигает 51, на долю II класса санитарного состояния приходится от 37 до 58, III и IV классов – от 3 до 9 %.

Согласно показателю средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев осины в условиях осинника разнотравного можно

отметить, что осина хорошо переносит низкие рекреационные нагрузки (ППП 13 – средневзвешенная категория санитарного состояния 1,17, что характеризует древостой как здоровый). На долю здоровых приходится до 85 % деревьев осины. Картина резко меняется при увеличении рекреационной нагрузки. Так, на ППП 19, характеризующейся сильной степенью рекреационного воздействия, доля здоровых деревьев осины ниже 10 %. Средневзвешенная категория санитарного состояния составляет 1,90, что соответствует категории ослабленные.

Рассматривая распределение деревьев березы в условиях осинника разнотравного по показателю средневзвешенной категории санитарного состояния, можно отметить, что на ППП 13 и 19 при низком и сильном рекреационном воздействии береза испытывает сильное угнетение. Так, показатель средневзвешенной категории санитарного состояния последних составляет 1,68 и 1,87, что соответствует категории ослабленные: на долю деревьев II класса санитарного состояния приходится от 45 до 68 %, доля здоровых деревьев не превышает 55 %.

Показатели санитарного состояния осинников свидетельствуют, что ориентация на формирование таких насаждений в лесопарках неоправдана. При усилении рекреационных нагрузок деревья осины и березы в таких насаждениях быстро переходят из категории здоровых в категорию ослабленных, и логично предположить, что при продолжении рекреационного воздействия осинники разрушатся значительно быстрее, чем сосняки. Особо следует отметить сильную угнетенность деревьев сосны, произрастающих в осинниках. В частности, даже при низкой степени рекреационного воздействия (ППП 13) только 51,5 % общего количества деревьев сосны может быть отнесено к категории здоровых.

#### **4.4. Распределение запасов деревьев сосны, березы и осины по классам санитарного состояния**

Данные приведенные в табл. 18, позволяют проанализировать распределение запаса деревьев сосны, березы и осины различных категорий санитарного состояния.

Из десяти ППП, заложенных в сосняке разнотравном, пять (ППП 9, 11, 15, 22 и 23) имеют средневзвешенную категорию санитарного состояния от 1,10 до 1,54, что соответствует категории здоровые. Запас на этих ППП варьирует от 345 до 454 м<sup>3</sup>/га. Сравнивая запас деревьев той или иной категории санитарного состояния на данных

ППП, можно отметить, что большая часть запаса приходится на деревья I класса санитарного состояния (59,61 – 94,71 %). Запас деревьев IV и V классов санитарного состояния варьирует от 4,59 до 5,11 % , что свидетельствует о незначительном превышении текущего отпада на этих ППП по сравнению с показателями естественного отпада в неподверженных рекреационным нагрузкам насаждениях аналогичного возраста (ППП 22 и 23).

Таблица 18

Распределение запаса сосны, березы и осины  
по классам санитарного состояния

№ ППП	Распределение запаса сосны по классам санитарного состояния, м³/га/%					Всего	Объем среднего дерева, м³	Средне-взвешенная категория санитарного состояния	Степень рекреационного воздействия
	I	II	III	IV	V				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосняк разнотравный									
1	Сосна								Сильная
	$\frac{82}{18,68}$	$\frac{280}{63,78}$	$\frac{44}{10,02}$	$\frac{14}{3,19}$	$\frac{19}{4,33}$	$\frac{439}{100,00}$	1,402	1,69	
	Береза								
	0	$\frac{39}{54,93}$	$\frac{32}{45,07}$	0	0	$\frac{71}{100,00}$	0,959	2,40	
4	$\frac{212}{49,41}$	$\frac{184}{42,89}$	$\frac{20}{4,66}$	$\frac{10}{2,34}$	$\frac{3}{0,70}$	$\frac{429}{100,00}$	0,790	1,78	Сильная
6	$\frac{237}{50,32}$	$\frac{192}{40,77}$	$\frac{32}{6,79}$	$\frac{5}{1,06}$	$\frac{5}{1,06}$	$\frac{471}{100,00}$	0,818	1,75	Сильная
9	Сосна								Средняя
	$\frac{294}{75,00}$	$\frac{46}{11,73}$	$\frac{34}{8,68}$	$\frac{18}{4,59}$	0	$\frac{392}{100,00}$	2,041	1,42	
	Береза								
	0	$\frac{3}{100,00}$	0	0	0	$\frac{3}{100,00}$	0,166	2,0	
10	Сосна								Низкая
	$\frac{254}{73,62}$	$\frac{71}{20,58}$	$\frac{11}{3,190}$	0	$\frac{9}{2,61}$	$\frac{345}{100,00}$	0,977	1,16	
	Береза								
	$\frac{8}{100,00}$	0	0	0	0	$\frac{8}{100,00}$	0,296	1,00	

Продолжение табл. 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Сосна								Низкая
	$\frac{288}{83,48}$	$\frac{57}{16,52}$	0	0	0	$\frac{345}{100,00}$	1,078	1,16	
	Береза								
	$\frac{6}{100,00}$	0	0	0	0	$\frac{6}{100,00}$	0,77	1,00	
	Осина								
	0	$\frac{10}{52,63}$	$\frac{9}{47,37}$	0	0	$\frac{19}{100,00}$	0,215	1,42	
15	Сосна								Силь- ная
	$\frac{245}{59,61}$	$\frac{62}{15,09}$	$\frac{83}{20,19}$	$\frac{22}{5,11}$	0	$\frac{412}{100,00}$	1,442	1,54	
	Береза								
	$\frac{6}{46,15}$	$\frac{7}{53,85}$	0	0	0	$\frac{13}{100,00}$	0,169	1,57	
18	Сосна								Силь- ная
	$\frac{232}{87,55}$	$\frac{18}{6,79}$	$\frac{9}{3,40}$	$\frac{4}{1,51}$	$\frac{2}{1,75}$	$\frac{265}{100,00}$	1,256	1,88	
	Береза								
	$\frac{4}{28,57}$	0	$\frac{10}{71,43}$	0	0	$\frac{14}{100,00}$	0,140	2,33	
	Осина								
	$\frac{46}{83,64}$	0	$\frac{9}{16,36}$	0	0	$\frac{55,00}{100,00}$	0,439	1,73	
22	Сосна								Фоно- вая
	$\frac{430}{94,71}$	$\frac{24}{5,29}$	0	0	0	$\frac{454}{100,00}$	1,425	1,10	
	Береза								
	$\frac{57}{77,03}$	$\frac{17}{22,97}$	0	0	0	$\frac{74}{100,00}$	0,733	1,20	
23	Сосна								Фоно- вая
	$\frac{352}{82,44}$	$\frac{75}{17,56}$	0	0	0	$\frac{427}{100,00}$	1,552	1,20	
	Береза								
	$\frac{37}{64,91}$	$\frac{20}{35,09}$	0	0	0	$\frac{57}{100,00}$	0,547	1,35	
Сосняк ягодниковый									
2	$\frac{48}{13,08}$	$\frac{232}{63,22}$	$\frac{72}{19,62}$	$\frac{14}{3,81}$	$\frac{1}{0,27}$	$\frac{367}{100,00}$	0,676	2,27	Силь- ная
5	$\frac{131}{31,26}$	$\frac{232}{55,37}$	$\frac{47}{11,20}$	$\frac{10}{2,15}$	0	$\frac{420}{100,00}$	0,724	1,77	Силь- ная

Продолжение табл. 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	$\frac{246}{62,76}$	$\frac{114}{29,08}$	$\frac{28}{7,14}$	$\frac{1}{0,25}$	$\frac{3}{0,77}$	$\frac{392}{100,00}$	0,685	1,58	Сред- няя
8	Сосна								Низ- кая
	$\frac{278}{77,01}$	$\frac{70}{19,39}$	$\frac{10}{2,77}$	0	$\frac{3}{0,83}$	$\frac{361}{100,00}$	1,752	1,37	
	Береза								
	0	$\frac{45}{100,00}$	0	0	0	$\frac{45}{100,00}$	0,692	1,00	
12	Сосна								Сред- няя
	$\frac{88}{27,85}$	$\frac{180}{56,96}$	$\frac{45}{14,24}$	$\frac{3}{0,95}$	0	$\frac{316}{100,00}$	1,827	1,96	
	Береза								
	0	$\frac{17}{100,00}$	0	0	0	$\frac{17}{100,00}$	0,548	2,00	
16	$\frac{390}{66,90}$	$\frac{132}{22,64}$	$\frac{59}{10,12}$	$\frac{1}{0,34}$	0	$\frac{582}{100,00}$	1,777	1,50	Низ- кая
17	Сосна								Сред- няя
	$\frac{154}{26,60}$	$\frac{425}{73,40}$	0	0	0	$\frac{579}{100,00}$	2,224	1,50	
	Береза								
	$\frac{16}{88,89}$	$\frac{2}{11,11}$	0	0	0	$\frac{18}{100,00}$	0,217	1,16	
20	Сосна								Фоно- вая
	$\frac{81}{62,31}$	$\frac{49}{37,69}$	0	0	0	$\frac{130}{100,00}$	1,441	1,40	
	Береза								
	$\frac{174}{92,55}$	$\frac{14}{7,46}$	0	0	0	$\frac{188}{100,00}$	1,602	1,07	
21	Сосна								Фоно- вая
	$\frac{391}{91,78}$	$\frac{75}{8,22}$	0	0	0	$\frac{466}{100,00}$	1,512	1,20	
	Береза								
	$\frac{40}{63,49}$	$\frac{23}{36,51}$	0	0	0	$\frac{63}{100,00}$	0,602	1,3	
Сосняк черничный									
3	$\frac{290}{65,46}$	$\frac{117}{26,42}$	$\frac{30}{6,77}$	$\frac{3}{0,90}$	$\frac{2}{0,45}$	$\frac{442}{100,00}$	0,707	1,54	Сред- няя
14	Сосна								Силь- ная
	$\frac{87}{31,29}$	$\frac{180}{64,75}$	$\frac{10}{3,60}$	$\frac{1}{0,36}$	0	$\frac{278}{100,00}$	0,413	1,77	
	Береза								
	0	$\frac{0,2}{100,00}$	0	0	0	$\frac{0,2}{100,00}$	0,025	1,00	



Окончание табл. 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Осинник разнотравный									
13	Сосна								Низ- кая
	$\frac{108}{65,85}$	$\frac{41}{25,00}$	$\frac{14}{8,54}$	$\frac{1}{0,61}$	0	$\frac{164}{100,00}$	1,592	1,63	
	Береза								
	$\frac{4}{33,34}$	$\frac{8}{66,66}$	0	0	0	$\frac{12}{100,0}$	0,632	1,68	
	Осина								
	0	$\frac{175}{85,78}$	$\frac{30}{14,22}$	0	0	$\frac{205}{100,00}$	0,639	1,17	
19	Сосна								Силь- ная
	$\frac{14}{46,67}$	$\frac{15}{50,00}$	$\frac{1}{3,33}$	0	0	$\frac{30}{100,00}$	0,204	1,70	
	Береза								
	$\frac{22}{43,14}$	$\frac{28}{54,90}$	$\frac{1}{1,96}$	0	0	$\frac{51}{100,00}$	0,364	1,87	
	Осина								
	$\frac{40}{25,81}$	$\frac{111}{71,61}$	$\frac{4}{2,58}$	0	0	$\frac{155}{100,00}$	0,714	1,90	

Доля здоровых деревьев сосны (I класс санитарного состояния) в условиях разнотравного типа леса при отсутствии рекреационного воздействия достигает 82–94 % от общего запаса древостоя, при низкой степени – 74–83, средней – 74, при сильной степени рекреационного воздействия – от 19 до 60 %. Исключение составляет ППП 18, где при сильном рекреационном воздействии доля здоровых деревьев сосны достигает 88 %.

При этом показатель средневзвешенной категории санитарного состояния при фоновом рекреационном воздействии составляет 1,10 – 1,20, при низкой – 1,16–1,60, при средней – 1,42 и при сильной степени рекреационного воздействия – 1,69–1,88. Другими словами, показатели средневзвешенной категории санитарного состояния не всегда объективно свидетельствуют о степени рекреационного воздействия. Более четко последствия рекреационного воздействия на сосновые древостои можно оценить, используя два показателя: средневзвешенной категории санитарного состояния и доли здоровых деревьев в общем запасе или густоте древостоя.

В условиях ягодникового типа леса доля запаса здоровых деревьев сосны (I класс санитарного состояния) на ППП, заложенных в зоне эпизодического рекреационного воздействия, достигает 64 %, при низком рекреационном воздействии – 77, среднем – 67, а при

сильном рекреационном воздействии – только 31 %. Показатель средневзвешенной категории санитарного состояния при этом составляет 1,40–1,20, 1,37–1,50, 1,50–1,96 и 1,77–2,27 соответственно по степени рекреационного воздействия.

Из девяти ППП, заложенных в сосняке ягодниковом, пять (ППП 8, 16, 17, 20 и 21) имеют показатель средневзвешенной категории санитарного состояния от 1,20 до 1,50, что соответствует категории здоровые. Запас на этих ППП варьирует от 130 до 582 м<sup>3</sup>/га. Доля запаса деревьев сосны IV и V классов санитарного состояния – только 0,83 %.

Сравнение долей запаса здоровых деревьев сосны в условиях сосняков разнотравного и ягодникового показало, что при низком рекреационном воздействии таковые составляют 74–83 и 77 %, при сильном рекреационном воздействии – 19–60 и 31 % соответственно. Последнее наглядно свидетельствует о повышенной устойчивости древостоев сосняка разнотравного по сравнению с устойчивостью древостоев сосняка ягодникового.

Запас здоровых деревьев сосны (I класс санитарного состояния) в условиях сосняка черничного при средней степени рекреационного воздействия достигает 66 %, а при сильной степени – только 31 %. При этом показатель средневзвешенной категории санитарного состояния составляет 1,54 (категория здоровые) и 1,77 (категория ослабленные) соответственно.

Материалы табл. 18 свидетельствуют, что в условиях осинника разнотравного запас здоровых деревьев сосны (I класс санитарного состояния) при низкой степени рекреационного воздействия и средневзвешенной категории санитарного состояния 1,63 достигает 66 %. При сильной степени рекреационного воздействия показатель средневзвешенной категории санитарного состояния деревьев сосны составляет 1,7, что характеризует древостой как ослабленный. На долю здоровых деревьев приходится при этом лишь 47 % общего запаса деревьев сосны.

Запас здоровых деревьев березы (I класс санитарного состояния) в условиях сосняка разнотравного на ППП с эпизодическим рекреационным воздействием при показателе средневзвешенной категории санитарного состояния 1,10–1,35 достигает 100 % (ППП 22 и 23), при низкой степени рекреационного воздействия и показателе средневзвешенной категории санитарного состояния 1,00 также все деревья относятся к здоровым (ППП 10). Дальнейшее усиление рекреационных нагрузок приводит к резкому изменению распределения запаса деревьев березы по классам санитарного состояния. Так, при средней

и сильной степени рекреационного воздействия запас деревьев березы II класса санитарного состояния увеличивается до 55 и 100 % соответственно, а показатель средневзвешенной категории санитарного состояния – до 2,0–2,4.

Запас деревьев березы и осины в условиях сосняков ягодникового, черничного и осинника разнотравного характеризуется теми же тенденциями.

Отпад деревьев на большинстве ППП происходит преимущественно за счет деревьев, отставших в росте. Однако объем среднего дерева на ППП 1, 15 и 18 существенно превышает объем среднего дерева древостоя. Это можно объяснить тем, что данные пробные площади подвержены сильному рекреационному воздействию.

### **Выводы**

1. Рекреация оказывает отрицательное влияние на санитарное состояние деревьев всех пород-лесообразователей, произрастающих в лесопарках Екатеринбурга.

2. По степени рекреационной устойчивости сосновые насаждения различных типов леса можно расположить в такой последовательности: сосняк разнотравный, сосняк ягодниковый, сосняк черничный.

3. В условиях сосняка разнотравного береза отличается повышенной по сравнению с сосной рекреационной устойчивостью; в условиях сосняка ягодникового отмечается обратная закономерность.

4. Доля деревьев I класса санитарного состояния (здоровых) в общей густоте или запасе древостоя является более объективным показателем влияния рекреационных нагрузок на спелые сосновые древостои, чем показатель средневзвешенной категории санитарного состояния.

5. На большинстве ППП отпад деревьев протекает по низовому методу. Исключение составляют лишь ППП, подвергающиеся сильному рекреационному воздействию.

6. Показатели текущего отпада на ППП свидетельствуют, что даже при сильных рекреационных нагрузках таковой незначительно превышает величину естественного отпада в древостоях аналогичного возраста. Это говорит о высокой рекреационной устойчивости сосновых древостоев.

## **5. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ**

Начавшиеся еще в неолите изменения растительного покрова под влиянием деятельности человека продолжают с нарастающей скоростью в настоящее время. Они сводятся к полному уничтожению

растительности, замене естественной растительности культурной и к целому комплексу явлений, объединяемых понятием «синантропизация растительного покрова».

Филогенез сопровождается приспособлением растений к совместному существованию в определенных условиях среды, выработкой состава и структуры растительных сообществ, обеспечивающих более полное использование жизненных ресурсов занимаемых ими биотопов, и в конечном счете формированием относительно устойчивых (климаксовых или близких к ним) растительных сообществ, находящихся в динамическом нарушаемом равновесии с условиями среды (Горчаковский, 1979).

Живой напочвенный покров (ЖНП) представляет собой очень важную структурную и энергетическую часть лесных насаждений и играет большую роль в процессах обмена веществ и энергии в нем (Дылис, 1978; Злобин, 1985). Исследованиями многочисленных авторов (Карпов, Старостина, 1969; Луганский и др., 1978 и др; Powell, Tryon, 1979; Cabanettes, Pages, 1992; James et al, 1979; Nulund et al, 1979; Залесов и др., 2013; Данчева и др.; 2014; Бачурина и др., 2016) установлено, что на любое значительное нарушение структуры древостоя лесное насаждение реагирует изменением состава и строения нижних ярусов.

Большинство видов растений, образующих живой напочвенный покров в лесу, уязвимы к воздействию факторов рекреации. Не случайно именно живой напочвенный покров изменяется под влиянием рекреационного пользования значительно быстрее, чем древостой (Рысин, Рысина, 1987; Чижов, 2003; Байчибаева, 2011; Соболев, 2013; Данчева, 2013). Поэтому изучение влияния рекреационных нагрузок на видовое разнообразие ЖНП и его надземную фитомассу является весьма актуальным и может служить основой для установления степени отрицательного влияния рекреационных нагрузок на насаждение.

Изменение параметров живого напочвенного покрова (видового разнообразия и надземной фитомассы) является естественной реакцией любого фитоценоза на воздействие рекреационной нагрузки. При изучении ЖНП многие авторы в своих работах отмечают уменьшение общего флористического разнообразия, выпадение чувствительных и усиленное развитие более устойчивых видов (Тарасов, 1980, 1986; Рысин, Полякова, 1987; Юркевич и др., 1989; Хайретдинов, 1990; Николаенко, 1992; Хайретдинов, Конашова, 1994, 2000; Конашова, 2000 и др.).

В опубликованных работах в области изучения факторов, регулирующих структуру ЖНП, отмечаются сложности методологического и теоретического подходов к исследованиям (Грейг-Смит, 1967;

Карпов, Старостина, 1969). Различные типы леса не сходны по факторам, регулирующим отношения между древостоем и нижними ярусами растительности. При этом в рамках одного типа леса эти факторы и механизмы могут быть разными и меняться в зависимости от сочетаний физических факторов экотопа (Юсупов и др., 1999). Рекреационные нагрузки как физический фактор кардинально меняют внешний облик экосистемы.

### **5.1. Распределение видов живого напочвенного покрова по ценотипам**

Для оценки влияния степени рекреационного воздействия на видовое разнообразие, надземную фитомассу и встречаемость живого напочвенного покрова нами проводились исследования в течение двух вегетационных сезонов (2005–2006 гг.) на 23 ППП.

В условиях Шарташского лесопарка, лесопарка им. Лесоводов России и Сысертского лесничества встречаются 85 видов живого напочвенного покрова, которые для удобства анализа и в соответствии с их биологическими особенностями были объединены в 5 экосистемных групп (ценотипов): лесные, луговые, лесолуговые, лесные синантропы и луговые синантропы.

Фитоценотипы – группы видовых популяций или видов, которые характеризуются сходной ролью или потенциальной способностью играть определенную роль в благоприятных условиях и фитоценотической позицией в пределах фитоценоза или региона, особенностями приспособления к совместному произрастанию (Миркин, Розенберг, 1983).

Ценотипы – экотопы, возникшие под влиянием ценотипического окружения (т.е. сформировавшиеся в разных растительных сообществах) или под влиянием других биотических факторов (Горышина, 1979).

Распределение видов ЖНП по ценотипам представлено в прил. 3.

Так как в семейство злаковых входит большое количество видов, а мы при сборе полевого материала их учитывали вместе, то не представляется возможным разделить злаковые виды по ценотипам. Семейство злаковых отнесено к лесолуговым видам.

В группе лесных видов доминируют травянистые, кустарничковые растения и мхи, произрастающие в обычных условиях под пологом древостоев. Группа лесолуговых включает виды, произрастающие преимущественно в изреженных древостоях и в редицах; группа луговых – на нелесных и непокрытых лесом площадях.

К группе лесных видов на наших ППП относится 35 представителей ЖНП, такие как брусника обыкновенная, воронец колосистый, грушанка круглолистная, мох Шребера, сныть обыкновенная, черника обыкновенная, купена лекарственная.

Из 21 лугового вида, произрастающего на ППП, доминирующими являются гравилат речной, клевер луговой, лютик едкий.

Представителями лесолуговой группы являются 10 видов ЖНП. Типичные из них – герань лесная, семейство Злаковые, горошек мышиный.

Лесные синантропы – это виды ЖНП, произрастающие под пологом древостоев при интенсивном антропогенном воздействии. Наши исследования показали, что таких видов встречается четыре. Это подмаренник северный, подмаренник мягкий, подмаренник цепкий и репешок волосистый.

К группе луговые синантропы отнесено 15 представителей ЖНП, произрастающих на открытой местности при наличии существенных антропогенных нагрузок. Типичными представителями этой группы являются тысячелистник обыкновенный, хвощ полевой, фиалка собачья.

Проведенные исследования показывают, что видовое разнообразие ЖНП бедно и напочвенный покров развит неравномерно. Интересно отметить, что максимальное количество видов относится к группе лесных. Последнее объясняется расположением постоянных пробных площадей в южной подзоне тайги. Минимальное количество видов относится к синантропам. Как правило, их количество не превышает 1 – 7 видов в рамках пробной площади.

При увеличении степени рекреационного воздействия среднее количество видов уменьшается (табл. 19).

Так, в условиях насаждений сосняка разнотравного при фоновом, низком, среднем и сильном рекреационном воздействии среднее количество видов ЖНП составляет 27, 23, 24 и 22 соответственно. Доля лесных и луговых синантропов с увеличением степени рекреационного воздействия увеличивается. Так, при средней и сильной степени рекреационного воздействия доля луговых синантропов составляет 25 и 22,73 %, тогда как при фоновой и низкой – 3,7 и 13,4 % соответственно. Доля лесных и лесолуговых видов также сокращается.

В насаждениях сосняка ягодникового среднее количество видов ЖНП при фоновом, низком, среднем и сильном рекреационном воздействии составляет 19, 23, 18 и 17 соответственно. Доля луговых синантропов при низком, среднем и сильном рекреационном воздействии – 17,39, 27,78 и 23,53 % соответственно. Последнее свидетельствует,

что при увеличении степени рекреационного воздействия доля луговых синантропов увеличивается, тогда как доля лесных синантропов, наоборот, уменьшается. При низком рекреационном воздействии наблюдается максимальное количество видов – 23, из которых 11 приходится на лесные виды. При сильной степени рекреационного воздействия максимальное количество видов ЖНП равно 17, из которых восемь приходится на лесные.

Таблица 19

Количество видов ЖНП в зависимости  
от степени рекреационного воздействия, шт./%

Группа видов	Среднее количество видов ЖНП в зависимости от степени рекреационного воздействия			
	Фоновая	Низкая	Средняя	Сильная
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<b>Сосняк разнотравный</b>				
Лесные	$\frac{16}{59,26}$	$\frac{10}{43,48}$	$\frac{14}{58,33}$	$\frac{10}{45,44}$
Луговые	$\frac{4}{14,82}$	$\frac{6}{26,09}$	$\frac{2}{8,33}$	$\frac{3}{13,64}$
Лесолуговые	$\frac{5}{18,52}$	$\frac{3}{13,04}$	$\frac{1}{4,17}$	$\frac{3}{13,64}$
Луговые синантропы	$\frac{1}{3,70}$	$\frac{3}{13,04}$	$\frac{6}{25,00}$	$\frac{5}{22,73}$
Лесные синантропы	$\frac{1}{3,70}$	$\frac{1}{4,35}$	$\frac{1}{4,17}$	$\frac{1}{4,55}$
Итого	$\frac{27}{100,00}$	$\frac{23}{100,00}$	$\frac{24}{100,00}$	$\frac{22}{100,00}$
<b>Сосняк ягодниковый</b>				
Лесные	$\frac{11}{57,89}$	$\frac{11}{47,83}$	$\frac{7}{38,89}$	$\frac{8}{47,06}$
Луговые	$\frac{4}{21,05}$	$\frac{2}{8,70}$	$\frac{3}{16,67}$	$\frac{2}{11,76}$
Лесолуговые	$\frac{2}{10,53}$	$\frac{4}{17,39}$	$\frac{2}{11,11}$	$\frac{2}{11,76}$
Луговые синантропы	0	$\frac{4}{17,39}$	$\frac{5}{27,78}$	$\frac{4}{23,53}$
Лесные синантропы	$\frac{2}{10,53}$	$\frac{2}{8,69}$	$\frac{1}{5,55}$	$\frac{1}{5,89}$
Итого	$\frac{19}{100,00}$	$\frac{23}{100,00}$	$\frac{18}{100,00}$	$\frac{17}{100,00}$

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5
Сосняк черничный				
Лесные	-	-	$\frac{13}{68,43}$	$\frac{11}{68,74}$
Луговые	-	-	$\frac{1}{5,26}$	$\frac{1}{6,25}$
Лесолуговые	-	-	$\frac{3}{15,79}$	$\frac{2}{12,50}$
Луговые синантропы	-	-	$\frac{1}{5,26}$	$\frac{1}{6,25}$
Лесные синантропы	-	-	$\frac{1}{5,26}$	$\frac{1}{6,26}$
Итого	-	-	$\frac{19}{100,00}$	$\frac{16}{100,00}$
Осинник разнотравный				
Лесные	-	$\frac{9}{56,25}$	-	$\frac{10}{55,56}$
Луговые	-	$\frac{2}{12,50}$	-	$\frac{2}{11,11}$
Лесолуговые	-	$\frac{2}{12,50}$	-	$\frac{2}{11,11}$
Луговые синантропы	-	$\frac{2}{12,50}$	-	$\frac{3}{16,67}$
Лесные синантропы	-	$\frac{1}{6,25}$	-	$\frac{1}{5,55}$
Итого	-	$\frac{16}{100,00}$	-	$\frac{18}{100,00}$

В сосняке черничном наблюдается та же тенденция, что и в сосняке ягодниковом. Так, при среднем и сильном рекреационном воздействии среднее количество видов составляет 19 и 16 соответственно. Доля луговых и лесных синантропов увеличивается, доля лесных видов сокращается.

В условиях осинника разнотравного тенденция уменьшения среднего количества видов с увеличением степени рекреационного воздействия четко не прослеживается. Но при одинаковом среднем количестве видов отмечается перераспределение видов по ценотипам в зависимости от интенсивности рекреационной нагрузки. Последнее проявляется в уменьшении при возрастании рекреационной нагрузки лесных, луговых и лесных синантропов при увеличении доли луговых синантропов.



## **5.2. Надземная фитомасса и флористическое разнообразие живого напочвенного покрова**

Помимо видового разнообразия живого напочвенного покрова, очень важно иметь объективные данные о фитомассе как отдельных видов ЖНП, так и общей надземной фитомассе ЖНП в целом. Именно надземная фитомасса в значительной степени определяет депонирование углерода последним, величину опада, пожарную опасность, хозяйственную значимость вида как источника получения лекарственного сырья, ягод и т.п. Поэтому очень важно иметь объективные данные о динамике надземной фитомассы живого напочвенного покрова в зависимости от степени рекреационного воздействия.

Список растений с латинскими названиями, упоминаемых в тексте, представлен в прил. 4. Все виды живого напочвенного покрова распределены по семействам. Наиболее встречаемыми семействами являются семейства Сложноцветные, Розоцветные, Бобовые и Губоцветные.

Надземная фитомасса живого напочвенного покрова в условиях сосняка разнотравного, сосняка ягодникового, сосняка черничного и осинника разнотравного в абсолютно сухом состоянии представлена в прил. 5, 6 и 7.

Материалы прил. 5 свидетельствуют о том, что в условиях сосняка разнотравного встречается 73 вида ЖНП, большую часть которых составляют лесные и лесолуговые. В отличие от насаждений сосняка ягодникового надземная фитомасса ЖНП в сосняке разнотравном значительно больше – от 15,37 до 78,98 кг/га. В этом типе леса ЖНП густой и разнообразный по составу. Доминантами выступают растения семейства Злаковых (лесолуговые виды); грушанка круглолистная, костяника обыкновенная, купена лекарственная, медуница мягчайшая, ортилия однобокая, черника обыкновенная, чистец лесной, мох Шребера (лесные виды) и др. Более широко представлены луговые виды – от 4,04 до 51,70 кг/га (вероника дубравная, костяника обыкновенная, купена лекарственная, душица обыкновенная, зимолюбка зонтичная и др.). Лесные синантропы включают подмаренник северный, подмаренник цепкий, подмаренник мягкий и репешок волосистый – от 0,02 до 4,63 кг/га. Широко представлены луговые синантропы – от 1,36 до 9,95 кг/га (крапива двудомная, хвощ полевой, подорожник большой, тмин обыкновенный, одуванчик обыкновенный и др.). Надземная фитомасса лесолуговых видов изменяется от 0,18 до 15,70 кг/га (купырь лесной, ястребинка зонтичная, купальница европейская, бедренец-камнеломка и др.).

В условиях сосняка ягодникового встречается 59 видов ЖНП (см. прил. 6), из них большинство также относится к лесным и луговым видам. В этом типе леса накапливается меньшее количество надземной фитомассы ЖНП, чем в сосняке разнотравном. Живой напочвенный покров состоит из брусники, черники и земляники обыкновенных, к которым примешиваются растения семейства Злаковых, костяника обыкновенная, сныть обыкновенная и др. Большую часть надземной фитомассы составляют лесные виды (от 1,28 до 45,7 кг/га). Луговые синантропы варьируют от 0,95 до 5,73 кг/га (крапива двудомная, фиалка собачья, манжетка обыкновенная, звездчатка средняя и др.). Лесные синантропы в условиях сосняка ягодникового представлены только одним видом – подмаренником мягким (от 0,05 до 7,39 кг/га). Надземная фитомасса лесолуговых видов изменяется от 0,36 до 8,90 кг/га (купырь лесной, ястребинка зонтичная, лилия кудреватая и др.).

Анализ материалов прил. 7 позволяет констатировать, что в условиях сосняка черничного и осинника разнотравного встречается 19 и 25 видов соответственно. В этих типах леса также наблюдается преобладание лесных и луговых видов, доля лесных и луговых синантропов незначительна.

Анализируя участие каждого вида в общей массе ЖНП, наблюдаем преобладание в ЖНП сныти обыкновенной и злаковых видов. Их доля колеблется от 1,14 до 41 и от 1,0 до 74,5 % от общей надземной фитомассы ЖНП соответственно. Кроме сныти обыкновенной и злаковых видов, преобладающими являются следующие виды: костяника обыкновенная, земляника лесная, черника (в ягодниковом типе леса), будра плющевидная, вероника дубравная, крапива двудомная, манжетка обыкновенная и др.

Наши исследования показали, что надземная фитомасса ЖНП существенно различается в пределах постоянных пробных площадей. Средние данные по надземной фитомассе ЖНП в зависимости от степени рекреационного воздействия представлены в табл. 20.

При фоновом, низком, среднем и сильном рекреационном воздействии надземная фитомасса ЖНП составляет 78,98; 34,91; 30,34 и 15,37 кг/га соответственно, что свидетельствует об уменьшении надземной фитомассы с увеличением степени рекреационного воздействия. Большую часть надземной фитомассы составляют лесные виды: их доля варьирует от 38,32 до 68,08 % от общей надземной фитомассы ЖНП.

Таблица 20

Надземная фитомасса ЖНП в зависимости  
от степени рекреационного воздействия

Группа видов	Надземная фитомасса в зависимости от степени рекреационного воздействия, кг/га/%			
	Фоновая	Низкая	Средняя	Сильная
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Сосняк разнотравный				
Лесные	<u>49,90</u>	<u>19,77</u>	<u>20,58</u>	<u>5,89</u>
	63,18	56,63	68,06	38,32
Луговые	<u>11,60</u>	<u>3,94</u>	<u>1,67</u>	<u>1,02</u>
	14,69	11,29	5,52	6,64
Лесолуговые	<u>13,53</u>	<u>8,03</u>	<u>1,90</u>	<u>2,19</u>
	17,13	23,00	6,28	14,25
Луговые синантропы	<u>2,65</u>	<u>2,46</u>	<u>1,46</u>	<u>5,79</u>
	3,36	7,05	4,83	37,67
Лесные синантропы	<u>1,30</u>	<u>0,71</u>	<u>4,63</u>	<u>0,48</u>
	1,64	2,03	15,31	3,12
Итого	<u>78,98</u>	<u>34,91</u>	<u>30,24</u>	<u>15,37</u>
	100,00	100,00	100,00	100,00
Сосняк ягодниковый				
Лесные	<u>47,85</u>	<u>11,53</u>	<u>8,45</u>	<u>10,46</u>
	81,45	51,24	47,77	83,41
Луговые	<u>4,15</u>	<u>2,10</u>	<u>1,44</u>	<u>0,43</u>
	7,06	9,33	18,14	3,43
Лесолуговые	<u>2,20</u>	<u>4,57</u>	<u>4,86</u>	<u>0,43</u>
	3,74	20,32	27,47	3,43
Луговые синантропы	-	<u>4,07</u>	<u>2,94</u>	<u>1,19</u>
		18,09	16,62	9,49
Лесные синантропы	<u>4,55</u>	<u>0,23</u>	-	<u>0,03</u>
	7,75	1,02		0,24
Итого	<u>58,75</u>	<u>22,50</u>	<u>17,69</u>	<u>12,54</u>
	100,00	100,00	100,00	100,00
Сосняк черничный				
Лесные	-	-	<u>16,30</u>	<u>7,76</u>
			96,85	60,96
Луговые	-	-	<u>0,01</u>	<u>0,02</u>
			0,06	0,16
Лесолуговые	-	-	<u>0,47</u>	<u>4,83</u>
			2,79	37,94
Луговые синантропы	-	-	<u>0,02</u>	<u>0,08</u>
			0,12	0,63
Лесные синантропы	-	-	<u>0,03</u>	<u>0,04</u>
			0,18	0,31
Итого	-	-	<u>16,83</u>	<u>12,73</u>
			100,00	100,00

Окончание табл. 20

1	2	3	4	5
Осинник разнотравный				
Лесные	-	<u>10,15</u> 54,92	-	<u>12,62</u> 84,47
Луговые	-	<u>0,68</u> 3,68	-	<u>0,48</u> 3,21
Лесолуговые	-	<u>5,34</u> 28,90	-	<u>1,27</u> 8,50
Луговые синантропы	-	<u>1,71</u> 9,25	-	<u>0,56</u> 3,75
Лесные синантропы	-	<u>0,60</u> 3,25	-	<u>0,01</u> 0,07
Итого	-	<u>18,48</u> 100,00	-	<u>14,94</u> 100,00

С увеличением степени рекреационного воздействия доля надземной фитомассы луговых и лесолуговых видов сокращается. Надземная фитомасса лесных и луговых синантропов уменьшается, но четко не прослеживается тенденции уменьшения массы ЖНП в зависимости от степени рекреационного воздействия. Хотя при сильном рекреационном воздействии доля последних достигает 37,67 % при средней доле лесных синантропов 15,31 %.

Большую часть надземной фитомассы составляют лесные виды (от 8,45 до 47,85 кг/га). Масса луговых синантропов составляет от 1,19 до 4,07 кг/га, при этом они отсутствуют при фоновом рекреационном воздействии. Лесные синантропы в условиях сосняка ягодникового представлены только двумя видами – подмаренником мягким и подмаренником северным, которые встречаются на ППП 2, 7, 16 и 21. Их фитомасса варьирует на ППП от 0,03 до 4,59 кг/га. Надземная фитомасса лесолуговых видов изменяется от 0,43 до 4,86 кг/га (купырь лесной, ястребинка зонтичная, лилия кудреватая).

В сосняке черничном прослеживается та же тенденция, что и в сосняке ягодниковом. Доля лесных видов варьирует от 7,76 до 16,30 кг/га. При средней и сильной степени рекреационного воздействия наблюдается увеличение доли лесных и луговых синантропов, а их надземная фитомасса составляет 16,83 и 12,73 кг/га соответственно.

В осиннике разнотравном при низком и сильном рекреационном воздействии надземная фитомасса ЖНП составляет 18,48 и 14,94 кг/га соответственно. Доля луговых и лесолуговых видов с увеличением степени рекреационного воздействия уменьшается, при этом доля лесных видов варьирует от 54,92 до 84,47 %.

Сравнивая флористическое разнообразие в зависимости от степени рекреационного воздействия, отмечаем большее разнообразие ЖНП на ППП с фоновым и низким рекреационным воздействием (рис. 6), при среднем и сильном рекреационном воздействии количество видов и надземная фитомасса резко уменьшаются (рис. 7). Также можно отметить, что в условиях сосняка разнотравного типа леса встречается наибольшее количество видов ЖНП.



Рис. 6. Постоянная пробная площадь № 23



Рис. 7. Постоянная пробная площадь № 2



Зависимость средних данных по количеству надземной фитомассы живого напочвенного покрова от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного представлена на рис. 8.

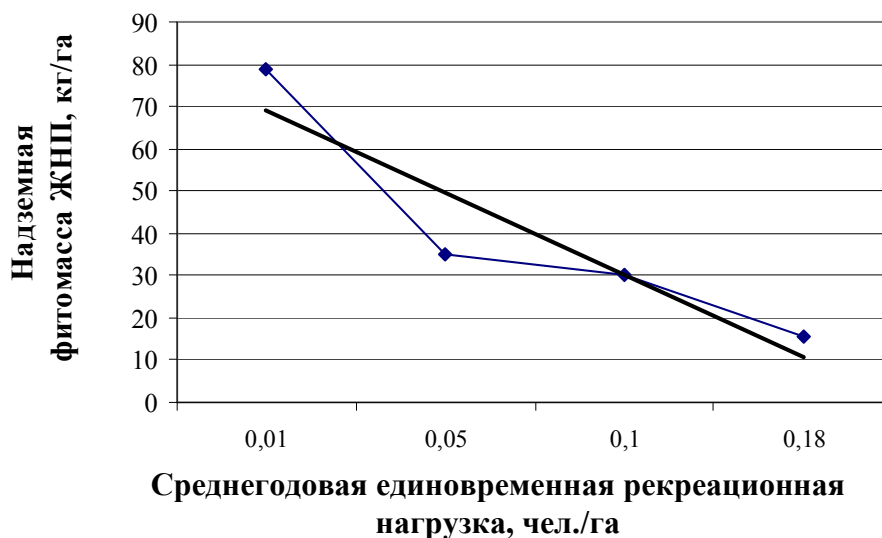


Рис. 8. Зависимость надземной фитомассы ЖНП от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного

Регрессионный анализ показывает зависимость надземной фитомассы от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного и описывается уравнением

$$y = -19,55x + 88,75, \quad (6)$$

где  $y$  – средние данные по надземной фитомассе ЖНП,

$x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га.

Величина достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,850475$ .

Зависимость средних данных по количеству надземной фитомассы живого напочвенного покрова от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового представлена на рис. 9.

В условиях сосняка ягодникового также наблюдается связь между количеством надземной фитомассы ЖНП и среднегодовой единовременной рекреационной нагрузкой, которая выражается уравнением регрессии

$$y = -14,344x + 63,7375, \quad (7)$$

где  $y$  – средние данные по надземной фитомассе ЖНП,

$x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га.

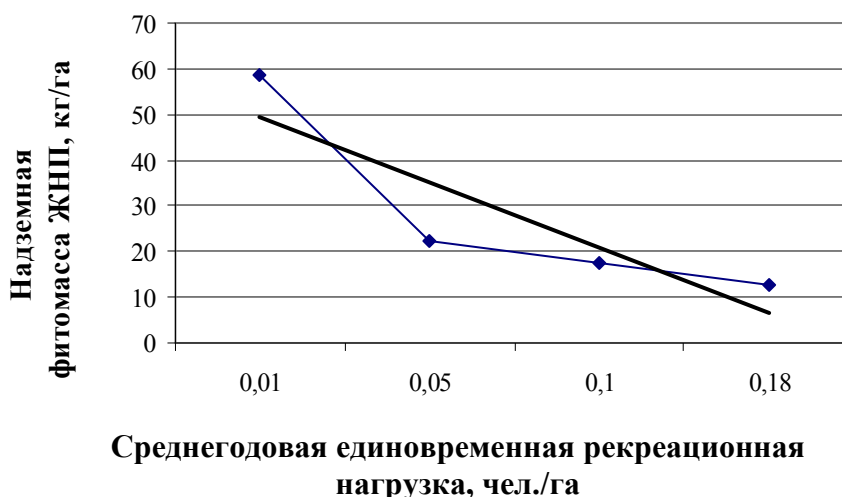


Рис. 9. Зависимость количества надземной фитомассы ЖНП от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового

Величина достоверности аппроксимации данных  $R^2 = 0,778785$ .

Изменение доли надземной фитомассы типичных лесных видов и появление лесных и луговых синантропов является, на наш взгляд, наиболее корректным индикатором возрастания степени рекреационного воздействия. При сильном рекреационном воздействии в насаждениях всех исследуемых типов леса появляются участки, полностью лишённые ЖНП, площадь которых по мере увеличения рекреационной нагрузки увеличивается.

### Выводы

1. В условиях сосняка разнотравного надземная фитомасса живого напочвенного покрова значительно больше по сравнению с таковой в условиях сосняка ягодникового.

2. Видовое разнообразие ЖНП зависит от условий произрастания и степени рекреационного воздействия. Живой напочвенный покров в условиях Шарташского лесопарка и лесопарка им. Лесоводов России неоднороден. Он складывается из лесных и луговых видов, включая синантропные виды, среди которых встречаются и лесолуговые.

3. Рекреационные нагрузки не меняют общего фона ЖНП. В условиях сосняков ягодникового и разнотравного доминируют характерные для условий данных типов леса виды: грушанка круглолистная, костяника обыкновенная, купена лекарственная, медуница мягчайшая, ортилия однобокая, черника обыкновенная, чистец лесной и др.

4. Изменение видового состава ЖНП служит индикатором рекреационных нагрузок. Так, при среднем и сильном рекреационном воздействии из состава живого напочвенного покрова выпадают в

первую очередь лесные и луговые виды, не выдерживающие высокого антропогенного воздействия: купена лекарственная, грушанка круглолистная, купальница европейская, черника обыкновенная, майник двулистный и др., наблюдается появление нехарактерных для данных лесорастительных условий лесных и луговых синантропов: фиалки собачьей, одуванчика обыкновенного, крапивы двудомной, кипрея узколистного, манжетки обыкновенной, подорожника большого и др.

5. Надземная фитомасса ЖНП с учетом ее распределения по экосистемным группам участвующих в нем видов является объективной характеристикой изменения рекреационных нагрузок на лесные насаждения. Рассматривая динамику надземной фитомассы в зависимости от степени рекреационного воздействия, можно отметить, что при фоновом рекреационном воздействии надземная фитомасса в условиях сосняка разнотравного достигает 78,98, при низком – 34,91, при среднем – 30,24, при сильном рекреационном воздействии – 15,37 кг/га, что свидетельствует о снижении количества надземной фитомассы с увеличением степени рекреационного воздействия. В условиях сосняка ягодникового наблюдается та же тенденция.

6. С увеличением степени рекреационного воздействия в надземной фитомассе ЖНП сокращается доля лесных, луговых и лесолуговых видов, возрастает доля лесных и луговых синантропов. На ППП, не подверженных интенсивному рекреационному воздействию, наблюдается большое разнообразие лесных, а также луговых видов, а синантропы практически отсутствуют.

7. Появление лесных и лесолуговых синантропов свидетельствует о превышении допустимой среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки и деградации ЖНП на исследуемом участке.

8. ЖНП в условиях сосняка разнотравного более устойчив к рекреационным нагрузкам по сравнению с таковым в условиях сосняка ягодникового.

## **6. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ПОДРОСТ, ПОДЛЕСОК И ЛЕСНУЮ ПОДСТИЛКУ**

### **6.1. Количественные и качественные показатели подроста и подлеска**

При слабых и средних рекреационных нагрузках изменения в лесных насаждениях протекают медленно, затягиваясь на годы и десятилетия. Насаждения постепенно утрачивают первоначальную



структуру всех компонентов. На устойчивость насаждений в значительной мере влияет оптимальное соотношение возрастных групп деревьев. Особенно важно для устойчивости насаждений пополнение популяций молодыми особями. Однако в урбанизированных лесных насаждениях этот процесс, как правило, нарушается (Александров, 2002).

Возобновление леса имеет многоаспектное значение: биологическое, лесоводственное, экологическое, экономическое, социальное (Луганский и др., 1996). Важно иметь данные о количественных и качественных показателях подроста на ППП, в разной степени подвергающихся рекреационному воздействию.

Данные о распределении всходов и подроста по категориям жизнеспособности и древесным породам приведены в табл. 21. Проведенные исследования свидетельствуют, что в Шарташском лесопарке на шести ППП подрост сосны отсутствовал. На всех ППП подлесок представлен ивой козьей, черемухой обыкновенной, яблоней ягодной, малиной обыкновенной, кизильником блестящим, рябиной обыкновенной, розой морщинистой. В лесопарке им. Лесоводов России на ППП 9 (при средней степени рекреационного воздействия) подрост также отсутствует, но имеется подлесок из черемухи обыкновенной, боярышника кроваво-красного, клена ясенелистного, кизильника блестящего, яблони ягодной и ольхи черной. Последнее можно объяснить тем, что данная постоянная пробная площадь находится на переувлажненном участке.

На ППП 8 подлесок представлен рябиной обыкновенной, жимолостью татарской, кизильником блестящим, малиной обыкновенной, черемухой обыкновенной и яблоней ягодниковой; на ППП 10 (при низкой степени рекреационного воздействия) – жимолостью татарской, малиной обыкновенной, бузиной красной, кизильником обыкновенным.

На ППП 11 (при низкой степени рекреационного воздействия) встречается подлесок из малины обыкновенной, яблони ягодной, черемухи обыкновенной, жимолости татарской. При фоновом воздействии рекреационных нагрузок на ППП 20, 21, 22 и 23 наблюдается значительно больше подроста. Подлесок на этих ППП представлен черемухой обыкновенной, малиной обыкновенной и рябиной обыкновенной.

Материалы табл. 21 наглядно свидетельствуют, что рекреационное воздействие приводит не только к обеднению видового состава подроста, но и к сокращению его количества. Последнее относится прежде всего к жизнеспособному подросту сосны, который встречается практически только на ППП, расположенных в зоне фонового рекреационного воздействия (ППП 20, 21, 22 и 23). Особо следует

отметить, что на большинстве пробных площадей, подверженных интенсивному рекреационному воздействию, подрост предварительной генерации отсутствует полностью или представлен только всходами.

Таблица 21

Количество подроста по категориям жизнеспособности  
на ППП, экз./га/%

Древесная порода	Количество всходов, экз./га	Количество подроста по группам высот						Всего	
		до 0,5 м		0,5-1,5 м		выше 1,5 м			
		Ж*	НЖ	Ж	НЖ	Ж	НЖ	Ж	НЖ
ППП 7									
Сосна	$\frac{356}{0}$	$\frac{300}{96}$	$\frac{13}{4}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{47}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{300}{83}$	$\frac{60}{17}$
ППП 8									
Сосна	$\frac{57}{100}$	$\frac{29}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{29}{100}$	$\frac{0}{0}$
ППП 10									
Сосна	$\frac{36}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{29}{100}$	$\frac{189}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{189}{100}$	$\frac{29}{100}$
ППП 11									
Сосна	$\frac{75}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{58}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{58}{100}$	$\frac{0}{0}$
ППП 20									
Сосна	$\frac{14000}{100}$	$\frac{12500}{94}$	$\frac{800}{6}$	$\frac{2000}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{14500}{95}$	$\frac{800}{5}$
ППП 21									
Сосна	$\frac{0}{100}$	$\frac{17100}{100}$	$\frac{1300}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{17100}{100}$	$\frac{1300}{100}$
ППП 22									
Сосна	$\frac{37800}{0}$	$\frac{61800}{100}$	$\frac{2500}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{61800}{100}$	$\frac{2500}{100}$
ППП 23									
Сосна	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{800}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{800}{100}$	$\frac{0}{0}$
Береза	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{800}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{800}{100}$	$\frac{0}{0}$
* Ж – жизнеспособный, НЖ – нежизнеспособный.									

Полученные данные можно объяснить тем, что на постоянных пробных площадях, заложенных в Шарташском лесопарке, где посещаемость выше, чем в лесопарке им. Лесоводов России, подрост практически уничтожен. В последнем лесопарке подроста также очень мало, однако больше, чем на территории Шарташского лесопарка.

В условиях фонового рекреационного воздействия на всех четырех ППП подрост представлен в большем количестве. Помимо посещаемости, на количество подростка оказывает влияние тип леса. В условиях сосняка разнотравного подростка меньше, чем в насаждениях сосняка ягодникового.

## 6.2. Лесная подстилка

Лесная подстилка (ЛП) – важнейший компонент насаждения. Она в значительной степени регулирует водно-воздушный и тепловой режимы почвы. В лесной подстилке сосредоточены большие запасы элементов питания, необходимые для нормального роста и развития лесной растительности. Превращение опада в подстилку осуществляется за счет жизнедеятельности сложного комплекса организмов (Юсупов и др., 1999). В процессе разложения одна часть веществ полностью минерализуется, другая консервируется, третья включается в гумус. По мере разложения опада происходит его изменение и превращение в аморфную массу. Последнее прослеживается в вертикальном профиле в виде слоев разной степени разложения опада: верхний слой  $A'_0$  (или L) – неразложившиеся фракции; средний – ферментативный  $A_0''$  (F) и нижний – гумусовый  $A_0''$  (H). Такая стратификация подстилки – результат последовательно сменяющихся комплексов микроорганизмов, т.е. сукцессий (Смолянинов, 1969; Бабьева, Зенова, 1989 и др.).

Количество и качество лесной подстилки непрерывно меняется в результате поступления свежего опада и разложения его под влиянием макро- и микроклиматических условий, микробиологических и физико-химических процессов. Во многих работах показано, что лесная подстилка – очень чувствительный индикатор условий местопроизрастания, а толщина и запас подстилки являются наиболее чувствительными и информативными параметрами антропогенного воздействия на лесные фитоценозы (Криволутский и др., 1986; Сапожников, 1990).

Чрезмерное накопление подстилки рассматривается как отклонение от нормы, при которой снижается интенсивность и уменьшается емкость малого биологического круговорота, вследствие чего снижаются производительность и устойчивость лесных насаждений (Смолянинов, 1969; Сидорович и др., 1985). Мощный слой лесной подстилки препятствует возобновлению древостоя из семян и разрастанию живого напочвенного покрова (Шаргунова, 1970; Щавровский, 1971; Обыденников, 1974; Луганская, Луганский, 1978; Маркин, 1991; Санников, 1992).

Важным показателем отрицательного воздействия рекреации является нарушение лесной подстилки. Сбивание лесной подстилки отдыхающими приводит к смыву опада осадками, нарушению теплового и водно-физического режима, уплотнению почвы, а в конечном счете к обеднению последней элементами питания.

Выполненные нами исследования показали, что на массу и структуру лесной подстилки влияет целый ряд факторов.

В табл. 22 приведены результаты весового анализа подстилки по фракциям в абсолютно сухом состоянии. Анализ полученных данных свидетельствует, что масса подстилки по фракциям на ППП сильно меняется в зависимости от интенсивности среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки. При этом наблюдаются следующие закономерности: с увеличением среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки прослеживается замедление процесса разложения опада и, как следствие этого, увеличение массы лесной подстилки.

Учитывая, что все ППП разделены по степени рекреационного воздействия, можно отметить, что на ППП, заложенных в зоне фонового воздействия в условиях сосняка разнотравного, накапливается от 3089,3 до 3514,7 кг/га лесной подстилки.

На ППП с низкой степенью рекреационного воздействия масса лесной подстилки в абсолютно сухом состоянии варьирует от 6479,0 до 6906,3 кг/га, а при средней и сильной – 4919,8 кг/га и от 9053,1 до 12737,3 кг/га соответственно.

Полученные данные свидетельствуют, что в разнотравном типе леса при сильном рекреационном воздействии разложение лесной подстилки замедляется и ее масса в 2–3 раза превышает таковую в насаждениях с низким и эпизодическим рекреационным воздействием. С изменением интенсивности рекреационных нагрузок меняется и структура подстилки. На ППП, подверженных среднему и сильному рекреационному воздействию, лесная подстилка состоит из фракций, практически полностью сохранивших первоначальную морфологическую структуру. На ППП, где наблюдается низкое рекреационное воздействие, доля полуразложившейся и разложившейся фракций резко возрастает (рис. 10 и 11).

Рассматривая фракционный состав лесной подстилки, можно отметить, что в условиях сосняка разнотравного большая ее часть приходится на неразложившиеся шишки – от 20,25 до 70,74 %, кору – от 3,99 до 37,65 %, хвою – от 0,84 до 20,10 % и ветки – от 5,93 до 19,41 % от общей массы. Доля останков ЖНП, листьев и сухого мха не превышает 14,60; 28,61 и 16,00 % соответственно.

Таблица 22

Масса лесной подстилки по фракциям (в абсолютно сухом состоянии)

№ ППП	Фракции, кг/га/%										Всего, кг/га/%	Площадь сбора минерализованной поверхности, %	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га
	Неразложившиеся останки								Полуразложившиеся останки	Разложившиеся останки			
	Хвоя	Листья	Кора	Шишки	Останки ЖНП	Ветки	Мох сухой	Всего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сосняк разнотравный													
4	<u>1006,6</u> 15,38	<u>86,6</u> 1,32	<u>500,0</u> 7,64	<u>2306,6</u> 35,25	<u>443,3</u> 6,77	<u>1100,6</u> 16,82	<u>1100,0</u> 16,81	<u>6543,7</u> 51,37	<u>3213,3</u> 25,23	<u>2980,3</u> 23,40	<u>12737,3</u> 100,00	9,40	Будни – 0,18 Вых. – 0,04
18	<u>360,0</u> 7,73	<u>1333,3</u> 28,61	<u>593,3</u> 12,73	<u>1546,6</u> 33,19	<u>140,0</u> 3,00	<u>566,6</u> 12,16	<u>120,0</u> 2,58	<u>4659,8</u> 39,76	<u>3786,6</u> 32,31	<u>3273,3</u> 27,93	<u>11719,7</u> 100,00	5,20	Будни – 0,14 Вых. – 0,04
1	<u>956,3</u> 14,28	<u>689,3</u> 10,29	<u>986</u> 14,72	<u>2250,3</u> 33,59	<u>978,3</u> 14,60	<u>798,3</u> 11,92	<u>40</u> 0,60	<u>6698,5</u> 65,55	<u>2166,6</u> 21,20	<u>1353,2</u> 13,24	<u>10218</u> 100,00	12,20	Будни – 0,14 Вых. – 0,04
6	<u>906,6</u> 18,76	<u>60,0</u> 1,24	<u>520,0</u> 10,76	<u>2586,6</u> 53,52	<u>0,0</u> 0,00	<u>286,6</u> 5,93	<u>473,3</u> 9,79	<u>4833,1</u> 53,39	<u>2040,0</u> 22,53	<u>2180,0</u> 24,08	<u>9053,1</u> 100,00	10,20	Будни – 0,19 Вых. – 0,04
10	<u>500,0</u> 18,43	<u>100,0</u> 3,69	<u>353,3</u> 13,02	<u>1146,6</u> 42,26	<u>86,6</u> 3,19	<u>526,6</u> 19,41	<u>0,0</u> 0,00	<u>2713,1</u> 39,28	<u>1786,6</u> 25,87	<u>2406,6</u> 34,85	<u>6906,3</u> 100,00	8,50	Будни – 0,04 Вых. – 0,00
11	<u>37,0</u> 0,84	<u>90,0</u> 2,05	<u>547,0</u> 12,48	<u>3100,0</u> 70,74	<u>250,0</u> 5,71	<u>358,0</u> 8,17	<u>0,0</u> 0,00	<u>4382,0</u> 67,63	<u>1147,0</u> 17,70	<u>950,0</u> 14,66	<u>6479,0</u> 100,00	1,30	Будни – 0,04 Вых. – 0,01
15	<u>1173,3</u> 29,28	<u>40,0</u> 1,00	<u>160,0</u> 3,99	<u>1886,6</u> 47,09	<u>13,3</u> 0,33	<u>373,3</u> 9,32	<u>360,0</u> 8,99	<u>4006,5</u> 71,38	<u>880,0</u> 15,68	<u>726,6</u> 12,94	<u>5613,1</u> 100,00	1,30	Будни – 0,12 Вых. – 0,04
9	<u>613,3</u> 15,78	<u>180,0</u> 4,63	<u>680,0</u> 17,50	<u>1653,3</u> 42,54	<u>213,3</u> 5,49	<u>360,0</u> 9,26	<u>186,6</u> 4,80	<u>3886,5</u> 79,00	<u>560,0</u> 11,38	<u>473,3</u> 9,62	<u>4919,8</u> 100,00	2,50	Будни – 0,07 Вых. – 0,04
22	<u>413,3</u> 20,10	<u>148,0</u> 7,20	<u>774,0</u> 37,65	<u>412,3</u> 20,05	<u>92,1</u> 4,48	<u>140,0</u> 6,81	<u>76,3</u> 3,71	<u>2056,0</u> 66,55	<u>473,3</u> 15,32	<u>560,0</u> 18,13	<u>3089,3</u> 100,00	0	0
23	<u>92,0</u> 9,34	<u>33,1</u> 3,36	<u>202,6</u> 20,57	<u>441,3</u> 44,81	<u>123,8</u> 12,57	<u>49,0</u> 4,98	<u>43,0</u> 4,37	<u>984,8</u> 28,02	<u>1378,6</u> 39,22	<u>1151,3</u> 32,76	<u>3514,7</u> 100,00	0	0

Окончание табл. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сосняк ягодниковый													
5	<u>1713,3</u> 41,38	<u>106,6</u> 2,57	<u>293,3</u> 7,08	<u>1126,6</u> 27,21	<u>741,0</u> 17,90	<u>160,0</u> 3,86	<u>0,0</u> 0,00	<u>4140,8</u> 33,92	<u>5700,0</u> 46,69	<u>2366,6</u> 19,39	<u>12207,4</u> 100,00	9,00	Будни – 0,18 Вых. – 0,04
2	<u>1201</u> 17,71	<u>186,6</u> 2,75	<u>430</u> 6,34	<u>2306,6</u> 34,02	<u>943,3</u> 13,91	<u>742,6</u> 10,95	<u>970</u> 14,31	<u>6779,7</u> 60,00	<u>2370,3</u> 20,98	<u>2150,3</u> 19,03	<u>11300</u> 100,00	13,20	Будни – 0,18 Вых. – 0,04
7	<u>820,0</u> 15,51	<u>20,0</u> 0,38	<u>586,6</u> 11,10	<u>2780,0</u> 52,59	<u>0,0</u> 0,00	<u>513,3</u> 9,71	<u>566,6</u> 10,72	<u>5286,5</u> 48,95	<u>3320,0</u> 30,74	<u>2193,3</u> 20,31	<u>10799,8</u> 100,00	7,70	Будни – 0,10 Вых. – 0,03
17	<u>440</u> 11,36	<u>166,6</u> 4,30	<u>333,3</u> 8,61	<u>1646,6</u> 42,51	<u>13,3</u> 0,34	<u>1207</u> 31,15	<u>66,6</u> 1,72	<u>3873,0</u> 40,26	<u>2646,6</u> 27,51	<u>3100,0</u> 32,23	<u>9619,6</u> 100,00	4,70	Будни – 0,10 Вых. – 0,02
12	<u>175,3</u> 5,17	<u>720,6</u> 21,23	<u>780,3</u> 22,99	<u>380</u> 11,20	<u>293</u> 8,63	<u>672,3</u> 19,81	<u>372</u> 10,96	<u>3393,5</u> 41,6237	<u>3289,3</u> 31,21	<u>1470</u> 28,49	<u>8152,8</u> 101,33	8,15	Будни – 0,10 Вых. – 0,02
8	<u>600,0</u> 17,44	<u>60,0</u> 1,74	<u>513,3</u> 14,92	<u>866,6</u> 25,19	<u>246,6</u> 7,17	<u>660,0</u> 19,19	<u>493,3</u> 14,34	<u>3439,8</u> 52,33	<u>1406,6</u> 21,40	<u>1726,6</u> 26,27	<u>6573,0</u> 100,00	3,10	Будни – 0,05 Вых. – 0,00
16	<u>186,6</u> 10,48	<u>53,3</u> 2,99	<u>140,0</u> 7,87	<u>633,3</u> 35,58	<u>80,0</u> 4,49	<u>420,0</u> 23,60	<u>266,6</u> 14,98	<u>1779,8</u> 45,02	<u>1886,6</u> 30,02	<u>986,6</u> 24,96	<u>3953,0</u> 100,00	0,00	Будни – 0,02 Вых. – 0,00
20	<u>160,0</u> 8,14	<u>160,0</u> 8,14	<u>186,6</u> 9,49	<u>873,3</u> 44,41	<u>206,6</u> 10,51	<u>360,0</u> 18,31	<u>20,0</u> 1,02	<u>1966,5</u> 44,23	<u>1326,6</u> 29,84	<u>1153,3</u> 25,94	<u>4446,4</u> 100,00	0	0
21	<u>125,7</u> 7,33	<u>171,2</u> 9,98	<u>186,6</u> 10,88	<u>573,3</u> 33,42	<u>211,6</u> 12,34	<u>357,0</u> 20,81	<u>90,0</u> 5,25	<u>1715,4</u> 39,94	<u>1426,1</u> 33,21	<u>1153,3</u> 26,85	<u>4294,8</u> 100,00	0	0
Сосняк черничный													
3	<u>733,3</u> 14,21	<u>40,0</u> 0,78	<u>1340,0</u> 25,97	<u>2493,3</u> 48,32	<u>153,3</u> 2,97	<u>266,6</u> 5,17	<u>133,3</u> 2,58	<u>5159,8</u> 58,37	<u>2366,6</u> 26,77	<u>1313,3</u> 14,86	<u>8839,7</u> 100,00	4,20	Будни – 0,10 Вых. – 0,02
14	<u>950,3</u> 24,70	<u>140,0</u> 3,64	<u>160,0</u> 4,16	<u>1200,6</u> 31,20	<u>113,3</u> 2,94	<u>1113,3</u> 28,94	<u>170,0</u> 4,42	<u>3847,5</u> 50,76	<u>1312,0</u> 17,31	<u>2420,0</u> 31,93	<u>7579,5</u> 100,00	2,30	Будни – 0,11 Вых. – 0,03
Осинник разнотравный													
19	<u>293,3</u> 11,52	<u>286,6</u> 11,25	<u>413,3</u> 16,23	<u>320,0</u> 12,57	<u>200,0</u> 7,85	<u>553,3</u> 21,73	<u>480,0</u> 18,85	<u>2546,5</u> 31,62	<u>2833,3</u> 35,18	<u>2673,3</u> 33,20	<u>8053,1</u> 100,00	14,50	Будни – 0,14 Вых. – 0,03
13	<u>92,0</u> 7,06	<u>123,0</u> 9,44	<u>172,6</u> 13,25	<u>521,3</u> 40,02	<u>121,6</u> 9,34	<u>179,0</u> 13,74	<u>93,0</u> 7,14	<u>1302,5</u> 34,12	<u>1267,6</u> 33,21	<u>1247,3</u> 32,67	<u>3817,4</u> 100,00	3,20	Будни – 0,03 Вых. – 0,02

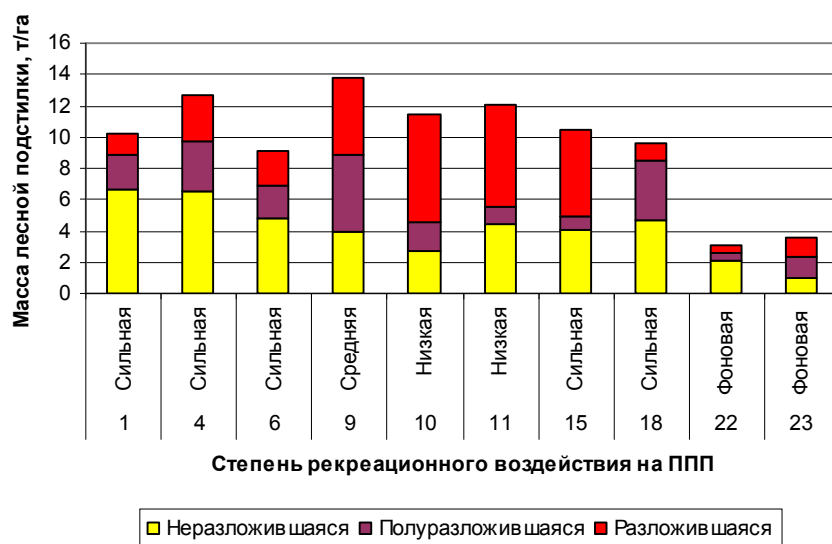


Рис. 10. Масса лесной подстилки на ППП в условиях сосняка разнотравного

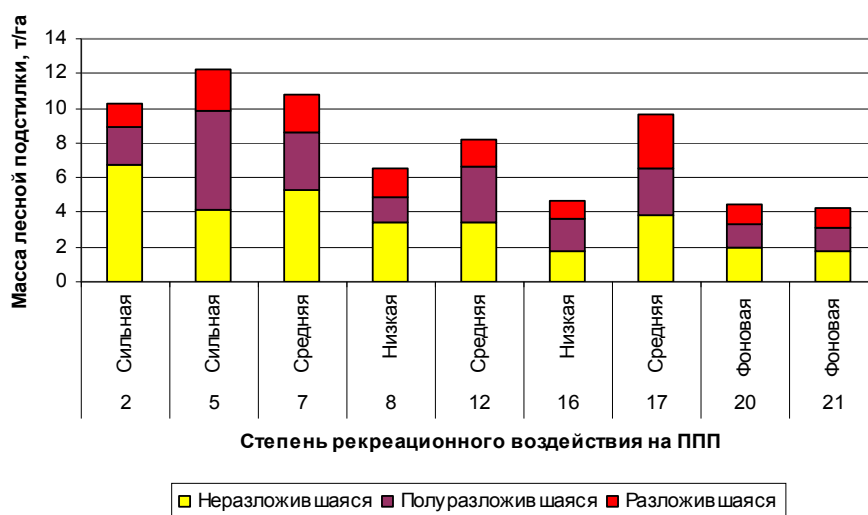


Рис. 11. Масса лесной подстилки на ППП в условиях сосняка ягодникового

Учитывая степень рекреационного воздействия, можно отметить, что на ППП с фоновым рекреационным воздействием на долю полуразложившейся и разложившейся фракций лесной подстилки приходится до 60, при низком и среднем рекреационном воздействии – 60,5 и 21 % от общего запаса соответственно. При сильном рекреационном воздействии доля массы полуразложившейся и разложившейся фракций варьирует от 34 до 50 %. При этом доля неразложившихся остатков лесной подстилки при сильном рекреационном воздействии значительно превышает долю полуразложившейся или разложившейся фракций.



В условиях сосняка ягодникового тенденция увеличения массы лесной подстилки при возрастании рекреационной нагрузки сохраняется и подвергается еще большему варьированию. Так, средний запас лесной подстилки составляет при низкой рекреационной нагрузке 5263,0 кг/га, а при средней и сильной – 8886,2 и 11435,7 кг/га соответственно.

Данные о запасах лесной подстилки в сосняках разнотравном и ягодниковом довольно близки. Однако при сильной и средней степени рекреационной нагрузки запас лесной подстилки выше в условиях сосняка разнотравного, а при низкой рекреационной нагрузке – в условиях сосняка ягодникового. Последнее, на наш взгляд, объясняется следующими причинами. Общая масса опада в условиях сосняка разнотравного выше, чем в условиях сосняка ягодникового, по причине более низкой производительности насаждений последнего типа леса. Однако скорость деструкции опада выше в условиях сосняка разнотравного, и поэтому общий запас лесной подстилки в обычных условиях ниже в сосняке разнотравном. Рекреационное воздействие приводит к тому, что процесс разложения органических остатков замедляется, что в конечном счете и приводит к накоплению лесной подстилки.

Можно также отметить зависимость между площадью сбоя (минерализованной поверхности) и массой лесной подстилки. Так, на ППП, имеющих массу лесной подстилки от 3953,0 до 6573,0 кг/га, площадь сбоя достигает 4,2 % (рис. 12).



Рис. 12. Постоянная пробная площадь № 11



На ППП, имеющих массу лесной подстилки от 9053,1 до 12737,4 кг/га, площадь сбоя составляет от 9,00 до 13,20 %/га (рис. 13). На ППП с эпизодическим рекреационным воздействием и при отсутствии сбоя (минерализованной поверхности) масса лесной подстилки варьирует от 3089,3 до 3514,7 кг/га в условиях сосняка разнотравного и от 4294,8 до 4446,4 в условиях сосняка ягодникового. Последнее вполне объяснимо, поскольку площадь сбоя тесно связана с интенсивностью рекреационного воздействия. Наличие данных о показателях зависимости между площадью сбоя и среднегодовой единовременной нагрузкой позволит в дальнейшем оперативно устанавливать степень рекреационного воздействия на основе данных о доле минерализованной в процессе рекреации поверхности.



Рис. 13. Постоянная пробная площадь № 4

Материалы рис. 14 свидетельствуют, что насаждения сосняка черничного и осинника разнотравного характеризуются теми же тенденциями, что и насаждения сосняков разнотравного и ягодникового.

Масса лесной подстилки на данных ППП в абсолютно сухом состоянии не превышает 8839,7 кг/га. При этом доля неразложившейся фракции превышает долю полуразложившейся и разложившейся фракций при среднем и сильном рекреационном воздействии. При низкой степени рекреационного воздействия в лесной подстилке наблюдается минимальная доля неразложившейся фракции.

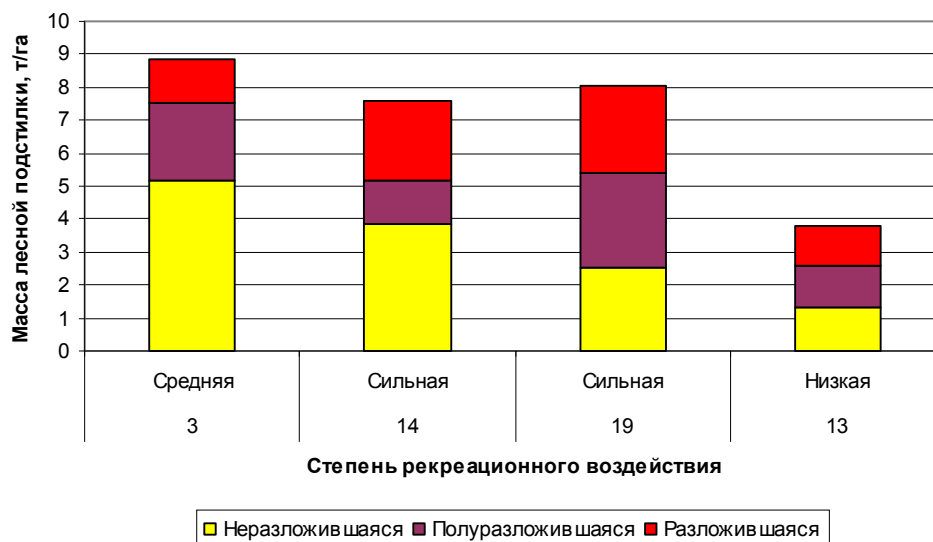


Рис. 14. Масса лесной подстилки на ППП в условиях сосняка черничного и осинника разнотравного

В условиях осинника разнотравного при низкой степени рекреационного воздействия накапливается 3817,4, при сильной – 8053,1 кг/га лесной подстилки, что свидетельствует об увеличении ее массы с увеличением интенсивности рекреационной нагрузки.

Так как среднегодовая единовременная нагрузка на ППП, заложенных в условиях сосняка черничного, практически одинаковая, различия в массе лесной подстилки почти отсутствуют. Масса лесной подстилки на данных ППП варьирует от 7579,5 до 8839,7 кг/га. При этом основное различие наблюдается в массе полуразложившегося и разложившегося горизонтов.

Отношение массы полуразложившейся части к разложившейся характеризует направление динамики процессов деструкции и минерализации лесной подстилки и интенсивность поступления в почву перегноя и зольных элементов.

По данным табл. 23 в условиях сосняка разнотравного при фоновом рекреационном воздействии коэффициент разложения по запасу составляет в среднем по двум ППП 0,54; при низком рекреационном воздействии по двум ППП – 0,98; при среднем по одной ППП – 1,19; при сильном рекреационном воздействии по пяти ППП – 1,40.

В ягодниковом типе леса на ППП, заложенных в зоне фонового рекреационного воздействия, коэффициент разложения лесной подстилки составляет 1,2; при низком рекреационном воздействии – 1,36; при среднем – 1,54 и при сильном – 2,01.

Таблица 23

**Коэффициент разложения подстилки  
в зависимости от степени рекреационной нагрузки**

Степень рекреационной нагрузки	Тип леса	
	Сосняк разнотравный	Сосняк ягодниковый
Фоновая	0,54	1,2
Низкая	0,98	1,36
Средняя	1,19	1,54
Сильная	1,40	2,01

Зависимость коэффициента разложения лесной подстилки от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного представлена на рис. 15.

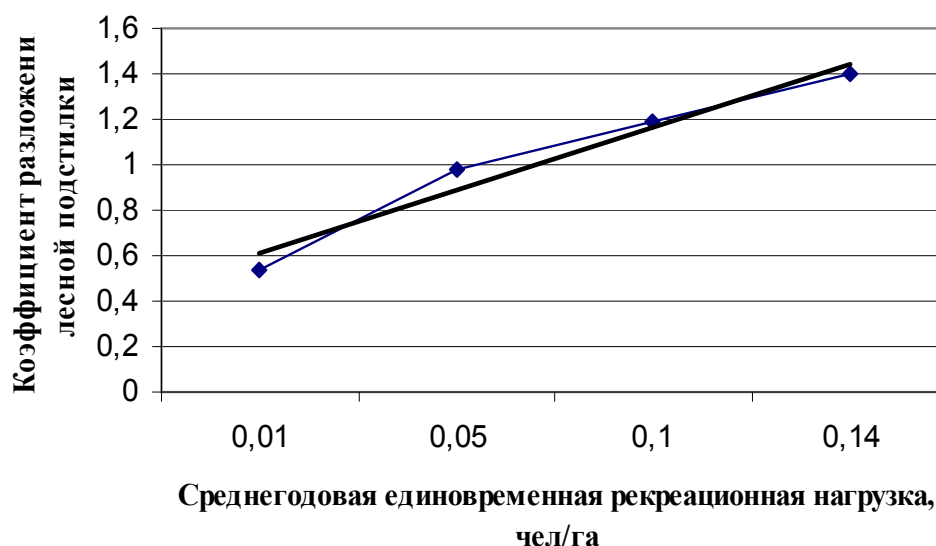


Рис. 15. Зависимость коэффициента разложения лесной подстилки от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного

Регрессионный анализ показывает зависимость коэффициента разложения лесной подстилки от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка разнотравного и описывается уравнением

$$y = 0,279x + 0,33, \quad (8)$$

где  $y$  – коэффициент разложения лесной подстилки,  
 $x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га.

Величина достоверности аппроксимации данных  $R^2 = 0,9608$ .

Зависимость коэффициента разложения лесной подстилки от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового представлена на рис. 16.

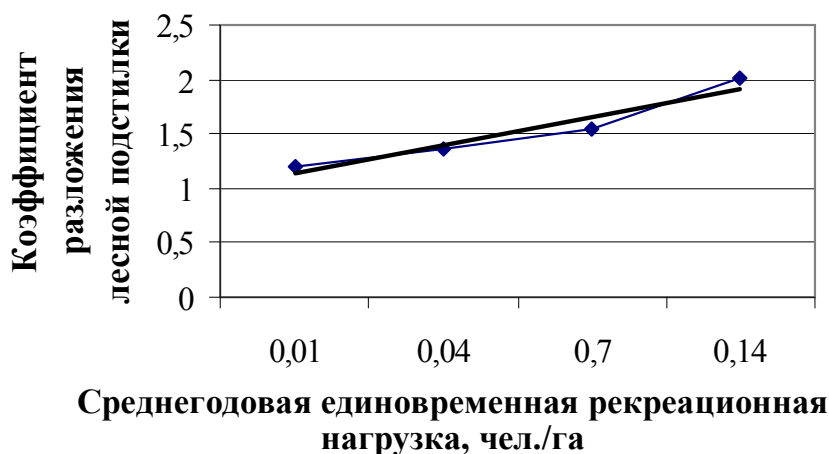


Рис. 16. Зависимость коэффициента разложения лесной подстилки от среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового

В условиях сосняка ягодникового также наблюдается связь между коэффициентом разложения лесной подстилки и среднегодовой единовременной рекреационной нагрузкой, которая выражается уравнением регрессии

$$y = 0,261x + 0,875, \quad (9)$$

где  $y$  – коэффициент разложения лесной подстилки,

$x$  – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га.

Величина достоверности аппроксимации данных  $R^2 = 0,925$ .

Следовательно, при уменьшении степени рекреационной нагрузки наблюдается консервация мертвых фракций фитомассы в ферментативном горизонте лесной подстилки, причем в сосняке ягодниковом этот процесс проявляется сильнее, чем в разнотравном. Корреляции между интенсивностью рекреационного воздействия и отношением полуразложившейся фракции к разложившейся оценивается величиной  $r = -0,571$  ( $\alpha = 0,05$  %). Таким образом, изучаемая связь статистически умеренная и достоверная. С уменьшением степени рекреационного воздействия коэффициент разложения имеет тенденцию к уменьшению.

Степень расхождения статистических характеристик выборочной совокупности массы лесной подстилки представлена в табл. 24.

Оценка достоверности среднего значения выборочной совокупности массы лесной подстилки осуществлялась через показатель точности опыта (относительную ошибку выборочной средней) и коэффициент вариации (Зайцев, 1984).

Таблица 24

Показатели статистических характеристик массы лесной подстилки

№ ППП	Показатели достоверности статистических характеристик*			
	М, кг/м <sup>2</sup>	m, кг/м <sup>2</sup>	P, %	V
1	1,02	±0,11	10,57	40,92
2	1,13	±0,08	7,20	27,88
3	0,88	±0,02	2,79	10,80
4	1,27	±0,08	5,92	22,93
5	1,22	±0,08	6,58	25,47
6	0,91	±0,06	6,63	25,69
7	1,08	±0,04	3,37	13,04
8	0,66	±0,05	7,92	30,68
9	0,49	±0,05	10,05	38,91
10	0,67	±0,05	7,17	27,77
11	0,81	±0,03	4,87	18,88
12	0,39	±0,04	4,73	18,33
13	0,76	±0,04	10,75	41,65
14	0,56	±0,04	5,20	20,13
15	0,39	±0,04	6,28	24,31
16	0,92	±0,03	7,26	28,13
17	1,17	±0,04	3,82	14,81
18	0,80	±0,05	4,49	17,38
19	0,43	±0,04	4,90	18,99
20	0,43	±0,03	6,97	26,99
21	0,31	±0,03	7,16	27,75
22	0,31	±0,02	7,19	27,87
23	0,32	±0,02	7,23	28,01
*М – среднее значение, m – стандартная ошибка,		Р – точность опыта, V – коэффициент вариации.		

Анализируя полученные данные о лесной подстилке и сопоставляя их с естественным возобновлением, можно отметить, что на ППП с фоновым рекреационным воздействием масса лесной подстилки варьирует в условиях сосняка разнотравного и сосняка ягодникового от 3089,3 до 3514,7 кг/га и от 4446,4 до 4294,8 кг/га соответственно. В этих условиях процесс разложения и деструкции лесной подстилки идет быстрее, в результате чего на ППП наблюдается значительное количество подроста (ППП 20, 21, 22, 23).

## Выводы

1. При увеличении степени рекреационного воздействия снижается скорость малого биокруговорота в спелых сосновых насаждениях.
2. Величина коэффициента разложения подстилки по запасу закономерно уменьшается при снижении степени рекреационного воздействия.
3. В результате вызванного вытаптыванием подавления жизнедеятельности микроорганизмов замедляются разложение опада и поступление в почву доступных для растений макро- и микроэлементов.
4. В условиях сосняка разнотравного при среднем и сильном рекреационном воздействии накапливается больший запас лесной подстилки по сравнению с сосняком ягодниковым, при низкой рекреационной нагрузке зафиксирована обратная закономерность.
5. При увеличении площади сбоя (минерализованной поверхности) масса лесной подстилки увеличивается.
6. На ППП, где наблюдается сильная степень рекреационного воздействия, лесная подстилка состоит из фракций, практически полностью сохранивших первоначальную морфологическую структуру, а при низком рекреационном воздействии доминируют полуразложившаяся и разложившаяся фракции.
7. Максимальная масса лесной подстилки накапливается на ППП, подверженных сильному рекреационному воздействию.
8. Установлена прямая зависимость между коэффициентом разложения лесной подстилки и среднегодовой единовременной рекреационной нагрузкой.
9. Масса лесной подстилки влияет на количественные и качественные характеристики подроста.
10. Подлесок на опытных объектах представлен наиболее характерными для данных лесорастительных условий видами: малиной обыкновенной, рябиной обыкновенной, боярышником кроваво-красным и др.
11. На большинстве пробных площадей, подверженных интенсивному рекреационному воздействию, подрост предварительной генерации отсутствует полностью, в условиях же фонового рекреационного воздействия подрост представлен на всех ППП.
12. На количество подроста оказывает влияние тип леса. В условиях сосняка разнотравного подроста меньше, чем в насаждениях сосняка ягодникового.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Одним из нежелательных эффектов расширенного природопользования является вызываемое им воздействие на леса и лесопарки, в результате которого наблюдается ухудшение состояния, снижение производительности, защитных свойств насаждений, сокращение биоразнообразия и др. Последствием такого пользования является также ухудшение условий, обеспечивающих психологический комфорт отдыха, что вызывает дополнительные затраты на мероприятия по сохранению и воспроизводству природных ресурсов и улучшению условий отдыха трудящихся.

Решение проблемы повышения рекреационной устойчивости насаждений может быть достигнуто только при условии разработки и реализации научно обоснованных систем лесоводственных мероприятий, учитывающих специфику конкретных лесорастительных условий, биологические особенности основных пород-лесообразователей, таксационные показатели насаждений, уровень рекреационной нагрузки и т.д.

Наши исследования проводились в лесопарках Екатеринбурга и в Сысертском лесничестве Свердловской области. Район проведения исследований характеризуется благоприятными климатическими условиями, особенно вблизи многочисленных водных источников, что положительно сказывается на развитии здесь рекреационной деятельности.

На территории лесопарков наиболее распространены дерново-подзолистые и мелкие дерново-подзолистые почвы, значительную часть составляют торфяно-болотные почвы. Встречаются в районе исследований почвы с повышенным плодородием, что сказывается на преобладании в лесном фонде высокопроизводительных сосновых насаждений разнотравного и ягодникового типов леса.

Интенсивность рекреационного воздействия на насаждения лесопарков Екатеринбурга варьирует в значительных пределах. Посещаемость отдельных участков лесопарков в значительной степени зависит от времени года, сезона и суток. Так, летом в дневные и вечерние часы наибольшей посещаемостью характеризуются насаждения в местах, оборудованных для массового отдыха горожан.

Существенных различий в посещаемости насаждений сосняков разнотравного и ягодникового не установлено, что, на наш взгляд, объясняется близкими таксационными показателями и близкой рекреационной привлекательностью.

Рекреационное воздействие на древостой проявляется через снижение класса бонитета и густоты, а также ухудшение санитарного состояния. Даже в условиях высокой потенциальной производительности (сосняки разнотравный и ягодниковый) на участках с интенсивными рекреационными нагрузками преобладают деревья третьего класса санитарного состояния, т.е. ослабленные.

Существенных различий в показателях санитарного состояния древостоев сосняков разнотравного и ягодникового при одинаковых рекреационных нагрузках нами не установлено. При этом деревья березы отличаются в условиях сосняка разнотравного повышенной по сравнению с деревьями сосны рекреационной устойчивостью, а для условий сосняка ягодникового характерна обратная закономерность.

Под влиянием рекреации из насаждений практически исчезает подрост. Так, даже при низкой степени рекреационного воздействия подрост практически отсутствует.

Видовое разнообразие живого напочвенного покрова зависит от условий произрастания и степени рекреационного воздействия. Исчезновение лесных видов и появление лесных и луговых синантропов свидетельствует о начальных стадиях деградации.

Надземная фитомасса ЖНП с учетом ее распределения по экосистемным группам участвующих в нем видов является объективной характеристикой степени рекреационного воздействия на лесные насаждения.

В условиях сосняка разнотравного при среднем и сильном рекреационном воздействии накапливается большая масса лесной подстилки, чем в тех же условиях сосняка ягодникового, при низкой рекреационной нагрузке зафиксирована обратная закономерность.

На ППП с сильной степенью рекреационного воздействия лесная подстилка состоит из фракций, практически полностью сохранивших первоначальную морфологическую структуру, а при низком рекреационном воздействии доля полуразложившейся и разложившейся фракций резко возрастает.

В ходе исследования предпринята попытка установления стадий антропогенной дигрессии (табл. 25):

**I стадия** характеризуется почти полным отсутствием нарушения всех компонентов леса. Это здоровый древостой, где рекреационная нагрузка отсутствует или встречается единично. Живой напочвенный покров состоит из типичных лесных видов растений, таких как вероника дубравная, костяника обыкновенная, майник двулистный. Сорных и луговых видов нет. Тропиночная сеть не выражена. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка составляет 0 – 0,01 чел./га;



**II стадия.** Изменение лесной среды незначительное. Вблизи мест вытаптывания рост деревьев ослабляется, появляются признаки изреживания крон, но в целом деревья здоровые. Наблюдается появление в живом напочвенном покрове лесолуговых видов, таких как вейник тростниковидный, герань лесная, подмаренник северный. Тропиночная сеть мало выражена. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка достигает 0,05 чел./га;

**III стадия.** Ухудшается санитарное состояние древостоя. Древостой становится среднеполнотным, начинается усыхание деревьев с вершин. Типичная лесная растительность сохраняется на площади не менее 50 %. Живой напочвенный покров вытоптан на 10–30 % площади полностью. Лесные виды (вероника дубравная, грушанка круглолистная, сныть обыкновенная) начинают выпадать. Лесные и луговые синантропы, такие как одуванчик обыкновенный, подорожник большой, клевер ползучий и кипрей узколистный, начинают разрастаться. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка достигает 0,07–0,10 чел./га;

**IV стадия.** Здоровых деревьев остается менее 50 %. Деградацией охвачен весь древостой, процесс лесовозобновления приостановлен. Снижается бонитет, уменьшается сомкнутость полога. Наблюдается сильное уплотнение почвы. В живом напочвенном покрове преобладают злаки, лесные и луговые синантропы (подорожник ланцетолистный, тмин обыкновенный, осот огородный, спорыш птичий), что указывает на чрезмерное рекреационное воздействие. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка достигает 0,14 чел./га;

**V стадия.** Древостой изрежен, возобновления нет. Живой напочвенный покров вытоптан на 80–90 % площади. Наблюдается полное отсутствие лесных видов, доминирует клевер луговой, подорожник большой. Тропиночная сеть нерегулируемая. Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка превышает 0,14 чел./га.

Выделение стадий антропогенной дигрессии дает возможность разработки рекомендаций по рациональному размещению рекреационной инфраструктуры и установлению режимов использования, не приводящих к деградации насаждений. Одним из методов предупреждения дигрессии в зонах массового отдыха и на внутриквартальных территориях является поддержание рекреационной нагрузки на лесные насаждения на допустимом уровне. Главной задачей в процессе эксплуатации является сохранение природы в продуктивном состоянии.

Таблица 25

Стадии рекреационной дигрессии по количественным и качественным показателям насаждения

№ ППП	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка по будням и выходным, чел./га	Количественные и качественные показатели насаждения					Стадии рекреационной дигрессии
		Средневзвешенная категория санитарного состояния по сосне	Надземная фитомасса ЖНП, кг/га	Масса лесной подстилки, кг/га	Площадь сбоя (минерализованной поверхности), %/га	Количество подроста сосны, экз./га	
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосняк разнотравный							
1	0,12 – 0,14	1,69	18,22	10218,0	12,20	–	III
4	0,18 – 0,18	1,78	11,80	12737,3	9,40	–	IV
6	0,14 – 0,19	1,75	12,77	9053,1	10,20	–	IV
9	0,06 – 0,07	1,42	28,70	4919,8	2,50	–	II
10	0,01 – 0,04	1,60	32,70	6906,3	8,50	218	II
11	0,01 – 0,04	1,16	36,41	6479,0	1,30	58	II
15	0,10 – 0,12	1,54	16,20	5613,1	1,30	–	II
18	0,10 – 0,14	1,88	14,20	11719,7	5,20	–	III
22	0	1,10	75,6	3089,3	0	64300	I
23	0	1,20	79,00	3514,7	0	800	I
Сосняк ягодниковый							
2	0,08 – 0,18	2,27	11,8	11300,0	13,20	–	IV
5	0,18 – 0,14	1,77	7,33	12207,4	9,00	–	IV
7	0,07 – 0,07	1,58	12,21	10799,8	7,70	360	III
8	0,01 – 0,05	1,37	21,20	6573,0	3,10	29	II
12	0,08 – 0,08	1,96	11,90	8152,8	8,15	–	III
16	0,02 – 0,03	1,50	23,80	3953,0	0	–	II
17	0,04 – 0,10	1,50	28,54	9619,6	4,70	–	III
20	до 0,01	1,40	51,00	4446,4	0	15300	I
21	до 0,01	1,20	64,79	4294,8	0	18400	I

Окончание табл. 25

1	2	3	4	5	6	7	8
Сосняк черничный							
3	0,07 – 0,10	1,54	16,82	8839,7	4,20	–	III
14	0,07 – 0,14	1,77	12,85	7579,5	2,30	–	III
Осинник разнотравный							
13	0,02 – 0,03	1,63	18,48	8053,1	14,50	–	II
19	0,07 – 0,14	1,70	14,95	3817,4	3,20	–	III

В качестве мероприятий по повышению рекреационной устойчивости насаждений лесопарков Екатеринбурга можно порекомендовать следующее

1. Создать сеть тропиновых маршрутов с твердым покрытием с целью ослабления отрицательного влияния рекреантов в местах наиболее используемых отдыхающими, устроить дороги и автостоянки. Хорошо продуманная планировка дорожно-тропиночной сети способствует целенаправленному передвижению посетителей по территории лесопарка, сохранению напочвенного покрова от вытаптывания, обогащает ландшафт, подчеркивает контуры водоемов, опушек. Для регулирования перемещения вдоль троп и водоемов создать живые изгороди из кустарников.

2. Благоустроить территории зон отдыха: планировка территории, создание оптимальной пространственной структуры, установка санитарно-гигиенического оборудования, создание малых форм архитектуры (скамейки, диваны, беседки, укрытия от дождя, аншлаги и указатели), мест для отдыха и пикника, детских и спортивных площадок.

3. Ограничить в использовании (временное выведение рекреационных площадей на «отдых») участки, испытывающие сильную степень рекреационного воздействия. Произвести на них поверхностное рыхление почвы и внести минеральные удобрения, т.е. создать систему реабилитационных участков.

4. Периодически производить омоложение подлеска и создавать подпологовые культуры из красиво цветущих подлесочных древесно-кустарниковых пород, включая интродуценты.

5. Практиковать создание подпологовых культур крупномерным посадочным материалом с целью последующего омоложения деградирующих насаждений.

6. Проводить мероприятия, направленные на повышение устойчивости нижних ярусов растительности: уборка сухостойных растений и побегов, вырезка старых растений, омоложение ягодных дикоросов, посев трав, рыхление уплотненной поверхности почвы и внесение удобрений при условии временной, но надежной изоляции нарушенных участков леса от рекреационного воздействия.

7. Осуществлять мониторинг за санитарным состоянием древостоев с использованием комплексного подхода и установлением доли деревьев, пораженных вредителями и болезнями.

8. Проводить рубки формирования ландшафтов, направленные на повышение эстетической привлекательности, устойчивости и улучшение санитарного состояния древостоев.

9. Создавать рекреационные маршруты: познавательные, экскурсионные, спортивные, туристические и лечебные, прогулочные и учебные.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Александров В.В. Лесоводственная эффективность рубок обновления и применение минеральных удобрений в рекреационных сосняках Среднего Урала в целях повышения их устойчивости: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2002. – 22 с.

Анучин Н.П. Лесная таксация: учеб. пособие. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 552 с.

Архипова Н.П. Природные достопримечательности Екатеринбурга и его окрестностей. – Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. – 170 с.

Атрохин В.Г., Курамшин В.Я. Ландшафтное лесоводство. – М.: Экология, 1991. – 175 с.

Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М., 1989. – 336 с.

Байчибаева А.В. Рекреационное воздействие на лесные насаждения природного парка «Оленьи ручьи» (подзона южной тайги Урала) и рекомендации по повышению их устойчивости: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2011. – 18 с.

Бачурина С.В., Залесов С.В., Платонов Е.П. Влияние рубок обновления в сосняках на видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 01 (143). – С. 54–58.

Вакар Б.А. Определитель растений Урала. – Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1964. – 416 с.

Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.

Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М., 1987. – 33 с.

Галако В.А., Колтунова А.И. Рекреационная емкость зеленой зоны г. Екатеринбурга // Леса Урала и хоз-во в них. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. ун-т, 2002. – Вып. 22. – С. 152–159.

Гальперин М.И. и др. Леса Средне-Уральского района и пути их использования / М.И. Гальперин, Ю.З. Юрборский, Р.Г. Синельщиков и др. – Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1964. – 186 с.

Гаврилов Г.М., Игнатенко М.М. Благоустройство лесопарков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 183 с.

Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова земли. // Тр. по лесн. хоз-ву. – Свердловск: Свердлов. кн. изд-во, 1956. – Вып. 3. – С. 7–50.

Горчаковский П.Л. Растительность. Урал и Предуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 211 – 257.

Горчаковский П.Л. Важнейшие типы горных еловых и сосновых лесов южной части Среднего Урала // Бот. жур. – 1979. – Т. 64. – С. 1697.

Горышина Т.К. Экология растений: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1979. – 368 с.

Грейг-Смит П. Количественная экология растений. – М., 1967. – 359 с.

Данчева А.В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.

Данчева А.В., Залесов С.В., Муканов Б.М. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника: моногр. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.

Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. – М., 1978. – 152 с.

Зайков Г.И. Рекреационный потенциал пригородных лесов и проблемы их рационального использования // Природа и экономика Омской области. – Омск, 1989. – С. 116 – 118.

Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.

Залесов С.В. Научное обоснование системы лесоводственных мероприятий по повышению продуктивности сосновых лесов на Урале: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 2000. – 36 с.

Залесов С.В. и др. Основы фитомониторинга: учеб. пособие / С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – 76 с.

Залесов С.В. и др. Ценопопуляция лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья: моногр. / С.В. Залесов, Е.В. Невидомова, А.М. Невидомов и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 204 с.

Звирбуль А.П., Тимофеев Л.И. Почвоведение: метод. указ. к полевой практике по почвоведению. – Л., 1983. – 45 с.

Зеликов В.Л. Почвоведение: учебник для техникумов. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 216 с.

Злобин Ю.А. О некоторых параметрах для оценки ценопопуляций на влияние антропогенных факторов // Антропогенные процессы в растительности. – Уфа, 1985. – С. 69 – 101.

Иванова Е.Н. Классификация почв СССР. – М.: Наука, 1976. – 227 с.

История лесоустройства Российского / сост. Н.Н. Гусев. – М.: Центрлеспроект, 1998. – 330 с.

Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса (состояние, охрана, использование). – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 96 с.

Калинин В.А., Луганская В.Д., Клебанов А.Л. Учебная практика по почвоведению. – Свердловск: УЛТИ, 1991. – 38 с.

Каменский Г.Г. Лесные почвы Свердловской области. Повышение продуктивности и рациональное использование лесов. – Свердловск: УЛТИ, 1966. – С. 22–23.

Карпов В.Г., Старостина К.Ф. Новые экспериментальные данные о механизмах регуляции видового состава и строения нижних ярусов биогеоценозов темно-хвойной тайги // Механизмы взаимодействия растений в биогеоценозах тайги. – Л., 1969. – С. 146–168.

Климат Свердловска / под ред. канд. техн. наук В.В. Моронова, канд. биол. наук Т.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 190 с.

Колесников Б.П. Леса Свердловской области. Леса СССР. – М.: Наука, 1969. – Т. 4. – С. 64–124.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. руководство. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 178 с.

Конашова С.И. Эколого-лесоводственные основы формирования и повышения устойчивости рекреационных лесов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 2000. – 36 с.

Криволутский Д.А. и др. Биоиндикация и экологическое нормирование на примере радиоэкологии // Жур. общ. биол. – 1986. – Т. 47. – № 4. – С. 468–478.

Кувшинова К.В. Климат // Урал и Предуралье. – М., 1968. – С. 82–117.

Кудряшов Л.В. и др. Ботаника с основами экологии / Л.В. Кудряшов, Г.Б. Радионова, М.А. Гуленкова, В.Н. Козлова. – М., 1979. – 320 с.

Лебедев Б.А. Почвы Свердловской области // Природа Свердловской области. – Свердловск: Кн. изд-во, 1958. – С. 77–85.

Лесоведение и лесоводство: практикум / Г.В. Агафонова, Л.И. Аткина, С.В. Залесов [и др.] – Екатеринбург: УГЛТА, 1999. – 238 с.

Луганская В.Д., Луганский Н.А. Некоторые экологические особенности возобновления сосны под пологом насаждений // Леса Урала и хоз-во в них. – Свердловск, 1978. – Вып. 11. – С. 31 – 54.

Луганский Н.А., Макаренко Г.П., Пешкова Н.В. Влияние рубок ухода в сосновых молодняках на развитие травяно-кустарничкового покрова // Леса Урала и хоз-во в них. – Свердловск, 1978. – Вып. 11. – С. 111–117.

Луганский Н.А., Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоведение: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 373 с.

Луганский Н.А., Нагимов З.Я. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1994. – 140 с.

Магасумова А.Г. Лесоводственно-экономическая эффективность рубки обновления в сосняках на Среднем Урале: дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2004. – 256 с.

Маркин А.И. Особенности структуры лесных сообществ в разных зонах влияния Оскольского электрометаллургического комбината // Биоиндикация и биомониторинг. – М., 1991. – С. 149–155.

Мелехов И.С. Лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 480 с.

Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы: стандарт отрасли: ОСТ 56-100-95. – М., 1995. – 11 с.

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – 178 с.

Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. – М.: Наука, 1971. – 567 с.

Николаенко В.Т. Урбанизация и использование лесов в рекреационных целях // Лесн. хоз-во. – 1992. – № 11. – С. 25–26.

Нефедова В.Б. и др. Рекреационное использование территорий и охрана лесов / В.Б. Нефедова, Е.Д. Смирнова, В.П. Чинова [и др.] – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 184 с.

Новиков В.С., Губанов И.А. Школьный атлас определитель высших растений: книга для учащихся. – М.: Просвещение, 1985. – 239 с.

Новицкая Ю.Е. Адаптация сосны к экстремальным факторам среды // Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере. – Л.: Наука, 1985. – С. 113–138.

Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник / В.В. Загребев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко [и др.] – М.: Колос, 1992. – 495 с.

Обыденников В.И. Роль подстилки и напочвенного покрова в естественном возобновлении лиственницы даурской на концентрированных вырубках // Проблемы лесовосстановления: сб. тез. докл. – М., 1974. – С. 72–75.



Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П.Л. Горчаковский, Е.К. Шурова, М.С. Князев [и др.] – М.: Наука, 1994. – 525 с.

ОСТ 56-69-83 Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М., 1983. – 60 с.

Основные положения организации и ведения лесного хозяйства Свердловской области. – Екатеринбург, 1995. – 526 с.

Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 64 с.

Погодина Г.С., Погодина Г.С., Розов Н.Н. Почвы. Урал и Приуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 167–210.

Полевой В.В. Физиология растений. – М., 1989. – 464 с.

Правила рубок главного пользования в лесах Урала. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. – 33 с.

Пряхин В.Д., Николаенко В.Г. Пригородные леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 248 с.

Радионова А.С. Лесная ботаника: учеб. пособие для вузов. – М., 1980. – 248 с.

Рассамахин В.И. Изменение лесной среды под воздействием рекреационной деятельности. – М.: Наука, 1977. – 203 с.

Репшас Э.А. Определение рекреационных нагрузок и стадии дигрессии леса // Лесн. хоз-во. – 1978. – № 12. – С. 22–23.

Ржанникова Г.К. Горно-лесные почвы южной тайги Среднего Урала и взаимосвязь их с лесной растительностью: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1967. – 20 с.

Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение: учебник для лесохозяйственных вузов. – М., 1972. – 480 с.

Рысин Г.П., Рысина Л.П. Природные аспекты рекреационного использования леса. – М., 1987. – С. 26–35.

Рысин Л.П., Полякова Г.А. Влияние рекреационного лесопользования на растительность // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 4–26.

Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. – М., 1992. – 65 с.

Санитарные правила в лесах Российской Федерации. – М., 1998. – 25 с.

Сапожников А.П. Некоторые теоретические аспекты изучения лесных подстилок // Проблемы лесоведения и лесной экологии: тез. докл. конф. – М., 1990. – Ч. 1. – С. 289–291.

Сидорович Е.А., Рупасова Ж.А., Бусько Е.Г. Функционирование лесных фитоценозов в условиях антропогенных нагрузок. – Минск, 1985. – 205 с.

Смольянинов И.И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов. – М., 1969. – 192 с.

Соболев Н.В. Оптимизация рекреационного использования пойменных лесов на примере памятника природы «Колосовская дубрава» города Нижнего Новгорода: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2013. – 24 с.

Справочник по климату СССР: Ветер. – Л., 1966. – Ч. III. – 196 с.

Сортиментные и товарные таблицы для лесов горного Урала: 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1997. – 208 с.

Таран И.В. Рекреационные леса Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 230 с.

Тарасов А.И. Экономика рекреационного лесопользования. – М., 1980. – 101 с.

Тарасов А.Н. Рекреационное лесопользование. – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.

Теринов Н.И. Очерк истории сбережения лесов на Урале (практические рекомендации) // Развитие лесообразовательного процесса на Урале. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. – С. 154–165.

Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. – М.; Л., 1955. – 599 с.

Феоктистов С.В. Рекреационная дигрессия сосновых насаждений г. Снежинска Челябинской области (южная подзона тайги Урала): дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 2005. – 164 с.

Фирсова В.П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. – М.: Наука, 1977. – 176 с.

Хайретдинов А.Ф. Повышение продуктивности рекреационных лесов Южного Урала. – Уфа: Баш. кн. изд-во, 1990. – 280 с.

Хайретдинов А.Ф., Конашова С.И. Курс по рекреационному лесоводству. – Уфа: БГАУ, 2000. – 230 с.

Хайретдинов А.Ф., Конашова С.И. Рекреационное лесоводство. – Уфа: БГАУ, 1994. – 223 с.

Хайретдинов А.Ф., Конашова С.И. Рекреационное лесоводство: учеб. пособие. – М.: МГУЛ, 2002. – 308 с.

Халевицкая Г.С. Особенности атмосферной циркуляции. Климат Свердловской области. – Л., 1981. – С. 17–33.

Ханбеков И.И. Методические рекомендации по определению рекреационных нагрузок на лесные площади при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и нормы этих нагрузок для центральной части южной подзоны тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов. – М.: ВНИИЛМ, 1985. – 45 с.

Чижов Б.Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении. – М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2003. – 174 с.

Шаргунова В.А. Влияние лесной подстилки на лабораторную всхожесть семян лиственницы Сукачева // Тр. УЛТИ. – Свердловск, 1970. – Вып. XXI. – С. 269 – 270.

Щавровский В.А. Исследование формирования и влияние лесных подстилок на лесовосстановление в ельнике-черничнике Приуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1971. – 28 с.

Юркевич И.Д., Голод Д.С., Красовский Е.Л. Рекреационные ресурсы бассейна Нароги и их использование. – Л.; М.: Наука и техника, 1989. – 224 с.

Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние искусственных сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. – Екатеринбург, 1999. – 185 с.

Cabanettes A., Pages L. Affet des techniques de coupe et des variations du milieu sur la croissance en hauteur des cepees dans un taillis de chataignier (*Castanea savita*) // Forest Res. Canad. J. – 1992. – Vol. 22. – № 11. – P. 1694–1700.

James T.D.W. etc. Effects of camping recreation on soil, jack pine and understory vegetation in a Northwestern Ontario park / James T.D.W., Smith D.W., Mackintosh E.E., Hoffman M.K., Monti P. // Forest Sci. – 1979. – Vol. 25. – № 2. – P. 333–349.

Nulund L. etc. Radial growth of tourism upon the vegetation of the Hight Tatras / Nulund L., Nulund M., Kellomaki S., Haapanen A. Biologia (CSSR). – 1979. – Vol. 34. – № 7. – P. 571–582.

Powell D.S., Tryon E. Sprouting ability of advance growth in undisturbed hardwood stands // J. Forest Res. – Canad. – 1979. – Vol. 9. – № 1. – P. 116–120.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Посещаемость и среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка на насаждения ППП

66

№ ППП	Часы посе- щения	Посещаемость по временам года, чел./га								Всего, чел./га	Среднегодовая единовременная нагрузка, чел./га
		Зима	Итого	Весна	Итого	Лето	Итого	Осень	Итого		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сосняк разнотравный											
6	Выходные										
	9 - 10	0	9	43	189	623	1705	89	391	2294	0,19
	12 - 13	6		60		624		109			
	16 - 17	3		86		458		194			
	Будни										
	9 - 10	0	11	69	315	7	1443	57	160	1929	0,14
	12 - 13	9		117		652		54			
	16 - 17	3		129		784		49			
4	Будни										
	9 - 10	139	560	303	1132	413	2226	447	1445	5363	0,18
	12 - 13	232		476		876		442			
	16 - 17	189		353		937		555			
	Выходные										
	9 - 10	187	624	184	534	832	3313	263	1318	5789	0,18
	12 - 13	308		253		1155		653			
	16 - 17	129		97		1326		403			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	Будни										
	9 - 10	0	18	5	12	336	1069	16	55	1154	0,10
	12 - 13	8		2		316		23			
	16 - 17	10		5		417		16			
	Выходные										
	9 - 10	0	27	7	20	250	1291	23	98	1436	0,14
	12 - 13	5		11		589		41			
	16 - 17	23		2		452		34			
1	Будни										
	9 - 10	45	180	78	90	385	1100	220	888	2258	0,12
	12 - 13	73		90		323		303			
	16 - 17	63		58		393		365			
	Выходные										
	9 - 10	53	193	145	162	689	2111	123	353	2819	0,14
	12 - 13	85		170		800		133			
	16 - 17	55		90		682		98			
9	Выходные										
	9 - 10	25	203	58	223	108	470	78	686	1582	0,07
	12 - 13	78		87		215		510			
	16 - 17	100		78		447		98			
	Будни										
	9 - 10	20	36	20	49	121	483	47	220	788	0,06
	12 - 13	14		14		215		53			
	16 - 17	2		15		147		120			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Выходные										
	9 - 10	0	0	28	154	25	130	0	3	287	0,04
	12 - 13	0		47		65		3			
	16 - 17	0		78		40		0			
	Будни										
	9 - 10	0	0	0	3	0	0	0	3	6	0,01
	12 - 13	0		0		0		3			
	16 - 17	0		3		0		0			
11	Выходные										
	9 - 10	0	0	0	4	90	259	0	4	267	0,04
	12 - 13	0		4		89		4			
	16 - 17	0		0		80		0			
	Будни										
	9 - 10	0	0	0	4	40	113	0	4	121	0,01
	12 - 13	0		4		15		4			
	16 - 17	0		0		58		0			
15	Будни										
	9 - 10	0	0	78	181	421	1409	0	3	1593	0,10
	12 - 13	0		45		571		3			
	16 - 17	0		58		417		0			
	Выходные										
	9 - 10	0	0	3	9	541	1899	0	9	1917	0,12
	12 - 13	0		6		670		6			
	16 - 17	0		0		688		3			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сосняк ягодниковый											
2	Будни										
	9 - 10	0	17	33	113	90	391	70	130	634	0,08
	12 - 13	10		37		154		40			
	16 - 17	7		43		147		20			
	Выходные										
	9 - 10	0	13	33	110	257	900	33	107	1296	0,18
	12 - 13	3		50		331		27			
	16 - 17	10		27		312		47			
5	Будни										
	9 - 10	103	368	69	321	89	440	137	783	1912	0,18
	12 - 13	151		143		174		306			
	16 - 17	114		109		177		340			
	Выходные										
	9 - 10	37	174	34	220	137	783	71	345	1522	0,14
	12 - 13	106		83		306		191			
	16 - 17	31		103		340		83			
7	Будни										
	9 - 10	0	11	43	138	97	328	17	59	536	0,07
	12 - 13	9		66		120		31			
	16 - 17	3		29		111		11			
	Выходные										
	9 - 10	0	6	46	123	106	351	20	54	534	0,07
	12 - 13	6		63		154		23			
	16 - 17	0		14		91		11			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Будни										
	9 - 10	0	0	15	54	87	203	21	83	340	0,08
	12 - 13	0		29		55		33			
	16 - 17	0		10		61		29			
	Выходные										
	9 - 10		0	10	54	45	197	25	98	349	0,08
	12 - 13	0		17		78		42			
	16 - 17	0		27		74		31			
8	Выходные										
	9 - 10	0	0	0	6	87	203	0	3	212	0,05
	12 - 13	0		3		55		0			
	16 - 17	0		3		61		3			
	Будни										
	9 - 10	0	0	0	11	15	49	0	3	63	0,01
	12 - 13	0		3		25		3			
	16 - 17	0		8		9		0			
17	Будни										
	9 - 10	38	106	90	220	68	159	63	174	659	0,04
	12 - 13	43		70		44		58			
	16 - 17	25		60		47		53			
	Выходные										
	9 - 10	53	131	53	209	58	256	65	183	779	0,10
	12 - 13	50		98		93		70			
	16 - 17	28		58		105		48			



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	Будни										
	9 - 10	0	0	11	44	15	39	17	56	139	0,02
	12 - 13	0		19		10		25			
	16 - 17	0		14		14		14			
	Выходные										
	9 - 10	0	0	19	83	25	114	19	56	253	0,03
	12 - 13	0		31		50		22			
16 - 17	0	33		39		14					
Сосняк черничный											
3	Будни										
	9 - 10	25	94	50	231	16	113	47	150	588	0,07
	12 - 13	47		84		56		59			
	16 - 17	22		97		41		44			
3	Выходные										
	9 - 10	72	165	119	335	41	103	63	200	803	0,10
	12 - 13	59		166		16		78			
	16 - 17	34		50		47		59			
14	Выходные										
	9 - 10	0	0	186	653	236	365	79	335	1353	0,14
	12 - 13	0		289		117		157			
	16 - 17	0		178		12		99			
	Будни										
	9 - 10	0	0	96	288	80	204	52	160	652	0,07
	12 - 13	0		120		60		64			
16 - 17	0	72		64		44					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Осинник разнотравный											
13	Будни										
	9 - 10	0	0	13	82	16	60	22	63	205	0,02
	12 - 13	0		47		38		16			
	16 - 17	0		22		6		25			
	Выходные										
	9 - 10	0	0	6	35	9	68	141	170	273	0,03
	12 - 13	0		16		25		13			
	16 - 17	0		13		34		16			
19	Выходные										
	9 - 10	0	0	78	272	214	832	412	981	2085	0,14
	12 - 13	0		94		147		257			
	16 - 17	0		100		471		312			
	Будни										
	9 - 10	43	117	60	243	23	80	29	143	583	0,07
	12 - 13	63		83		11		34			
	16 - 17	11		100		46		80			

Шкала категории состояния деревьев

Категория деревьев	Основные признаки	Дополнительные признаки
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>ХВОЙНЫЕ ПОРОДЫ</b>		
1 – без признаков ослабления	Хвоя зеленая блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года	
2 – ослабленные	Хвоя часто светлее обычного, крона слабоажурная, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным	Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей
3 – сильно ослабленные	Хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона ажурная, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным	Возможны признаки повреждения ствола, корневых лап, ветвей, кроны, могут иметь место попытки поселения или удавшиеся местные поселения стволовых вредителей на стволе и ветвях
4 – усыхающие	Хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, крона заметно изрежена, прирост текущего года еще заметен или отсутствует	Признаки повреждения ствола и других частей дерева выражены сильнее, чем у предыдущей категории, возможно заселение дерева стволовыми вредителями (смоляные воронки, буровая мука, насекомые на коре, под корой и в древесине)
5 – сухостой текущего года (свежий)	Хвоя текущего года серая, желтая или бурая, крона сильно изрежена, мелкие веточки сохраняются, кора сохранена или осыпалась лишь частично	Признаки предыдущей категории; в конце сезона возможно наличие на части дерева вылетных отверстий насекомых
6 – сухостой прошлых лет (старый)	Хвоя осыпалась или сохранилась лишь частично, мелкие веточки, как правило, обломились, кора осыпалась	На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой – обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов

1	2	3
ЛИСТВЕННЫЕ ПОРОДЫ		
1 – без признаков ослабления	Листва зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный для данной породы, возраста, условий местопроизрастания и времени года	
2 – ослабленные	Листва зеленая, крона слабоажурная, прирост может быть ослаблен по сравнению с нормальным, усохших ветвей менее 1/4	Могут быть местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения, единичные водяные побеги
3 – сильно ослабленные	Листва мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/4 до 1/2	Признаки предыдущей категории выражены сильнее; попытки поселения или удавшиеся местные поселения стволовых вредителей, сокоотечение и водяные побеги на стволе и ветвях
4 – усыхающие	Листва мельче, светлее или желтее обычной, преждевременно опадает или увядает, крона изрежена, усохших ветвей от 1/2 до 3/4	На стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями, входные отверстия, насечки, сокоотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие
5 – сухостой текущего года (свежий)	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, усохших ветвей более 3/4, мелкие веточки и кора сохранились	На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями и поражения грибами
6 – сухостой прошлых лет (старый)	Листва и часть ветвей опала, кора разрушена или опала на большей части ствола	Имеются вылетные отверстия насекомых на стволе, ветвях и корневых лапах, на коре и под корой грибница и плодовые тела грибов

Ветровал, бурелом, снеголом учитывают отдельно с указанием времени их образования.

При перече́те обязательно указывают заселенность деревьев разных категорий стволовыми вредителями и пораженность болезнями, если признаки поражения четко выражены. В очагах хвое- и листогрызущих вредителей перече́т деревьев производится после периода восстановления хвои и листвы, до этого в случае необходимости учитывается лишь степень объедания хвои (листвы) в процентах (1 – без повреждения, 2 – слабое повреждение – менее 25 %, среднее – 25–50 %, сильное – 50–75 %, полное – более 75 %).

## Распределение видов ЖНП по ценотипам

### *Лесные виды*

Брусника обыкновенная	Лапчатка прямостоячая
Вероника дубравная	Линнея северная
Венерин башмачок	Майник двулистный
Воронец колосовидный	Медуница мягчайшая
Вороний глаз четырехлистный	Медуница неясная
Грушанка круглолистная	Мох Шребера
Душица обыкновенная	Мниум точечный
Земляника лесная	Ортилия однобокая
Зимолюбка зонтичная	Папоротник-орляк
Какалия копьевидная	Седмичник европейский
Костяника обыкновенная	Сныть обыкновенная
Клевер лесной	Таволга вязолистная
Клевер луговой	Черника
Клемациум древовидный	Хвощ лесной
Кошачья лапка	Черноголовка лекарственная
Купена лекарственная	Чистец лесной
Кислица (зайчья капуста)	Щавель малый
Лапчатка серебристая	Щитовник игольчатый

### *Луговые виды*

Буквица лекарственная	Лютик золотистый
Будра плющевидная	Лютик едкий
Герань сибирская	Сем. Гвоздичные
Герань луговая	Клевер люпиновидный
Гравилат городской	Клевер горный
Гравилат речной	Колокольчик круглолистный
Клевер ползучий	Колокольчик обыкновенный
Купыр лесной	Порезник обыкновенный
Кровохлебка лекарственная	Чина луговая
Лютик едкий	Чина весенняя
	Ястребинка зонтичная

### *Лесолуговые виды*

Бедренец-камнеломка	Вейник тростниковидный
Золотая розга (Золотарник)	Василистник малый
Герань лесная	Купальница европейская
Горошек мышиный	Лилия кудреватая (саранка)
Злаковые	

### *Лесные синантропы*

Подмаренник мягкий	Подмаренник цепкий
Подмаренник северный	Репешок волосистый

***Луговые синантропы***

Звездчатка средняя	Лопух большой (репейник)
Крапива двудомная	Осот огородный
Манжетка обыкновенная	Подорожник большой
Кипрей узколистный	Подорожник ланцетолистный
Одуванчик обыкновенный	Полынь горькая
Тысячелистник обыкновенный	Хвощ полевой
Тмин обыкновенный	Спорыш птичий

***Примечание.*** Распределение видов произведено согласно анализу следующих литературных источников: Вакар (1964); Горчаковский (1979); Новиков, Губанов (1985).

СПИСОК РАСТЕНИЙ, УПОМИНАЕМЫХ В ТЕКСТЕ

**Сем. Бобовые**

Клевер ползучий  
 Чина луговая  
 Горошек мышиный  
 Клевер луговой  
 Клевер горный  
 Клевер люпиновидный  
 Чина весенняя  
 Клевер средний

**Сем. Брусничные**

Брусника обыкновенная

**Сем. Бурачниковые**

Медуница неясная  
 Медуница мягчайшая

**Сем. Вересковые**

Черника

**Сем. Гвоздичные**

Гравилат речной  
 Звездчатка средняя

**Сем. Гераниевые**

Герань сибирская  
 Герань лесная  
 Герань луговая

**Сем. Гречишные**

Спорыш птичий  
 Щавель кислый

**Сем. Грушанковые**

Грушанка круглолистная  
 Зимолюбка зонтичная  
 Ортилия однобокая

**Сем. Губоцветные**

Душица обыкновенная  
 Черноголовка лекарственная  
 Буквица лекарственная  
 Будра плющевидная  
 Чистец лесной

**Сем. Fabaceae**

*Trifolium repens* L.  
*Lathyrus pratensis* L.  
*Vicia cracca* L.  
*Trifolium pratense* L.  
*Trifolium montanum* L.  
*Trifolium lupinaster* L.  
*Lathyrus vernus* Bernh.  
*Trifolium medium* L.

**Сем. Vacciniaceae**

*Vaccinium vitis-idaea* L.

**Сем. Boraginaceae**

*Pulmonaria obscura* Simonk  
*Pulmonaria mollissima* Kern.

**Сем. Ericaceae**

*Vaccinium myrtillus* L.

**Сем. Caryophyllaceae**

*Geum rivale* L.  
*Stellaria media* Vill.

**Сем. Geraniaceae**

*Geranium sibiricum* L.  
*Geranium sylvaticum* L.  
*Geranium pratense* L.

**Сем. Polygonaceae**

*Polygonum aviculare* L.  
*Rumex acetosa* L.

**Сем. Pyrolaceae**

*Pyrola rotundifolia* L.  
*Chimaphila umbellata* Nutt.  
*Orthilia secunda* (L.) House

**Сем. Lamiaceae**

*Origanum vulgare* L.  
*Brunella vulgaris* L.  
*Betonica officinalis* L.  
*Clechoma hederacea* L.  
*Stachys sylvatica* L.

**Сем. Жимолостные**

Линнея северная

**Сем. Злаковые**

Вейник тростниковидный

Сем. Злаковые

**Сем. Зонтичные**

Тмин обыкновенный

Купырь лесной

Сныть обыкновенная

Бедренец-камнеломка

**Сем. Кипрейные**

Кипрей узколистный

**Сем. Колокольчиковые**

Колокольчик круглолистный

Колокольчик скрученный

**Сем. Крапивные**

Крапива жгучая

**Сем. Лилейные**

Лилия кудреватая

Майник двулистный

**Сем. Лютиковые**

Лютик едкий

Воронец колосовидный

Лютик золотистый

Василистник малый

Купальница европейская

**Сем. Мареновые**

Подмаренник мягкий

Подмаренник северный

Подмаренник цепкий

**Сем. Мниевые**

Р.Мниум

**Сем. Моховидные**

Мох Шребера

Клемациум древовидный

**Сем. Норичниковые**

Вероника дубравная

**Сем. Caprifoliaceae**

*Linnaea borealis* L.

**Сем. Poaceae**

*Calamagrostis canescens* Sp.

Сем. Gramineae

**Сем. Apiaceae**

*Garum carvi* L.

*Anthriscus silvestris* Hoffm.

*Aegopodium podagraria* L.

*Pimpinella saxifraga* L.

**Сем. Onagraceae**

*Chamerion angustifolium* Adans.

**Сем. Campanulaceae**

*Campanula rotundifolia* L.

*Campanula glomerata* Sp.

**Сем. Urticaceae**

*Urtica urens* L.

**Сем. Liliceae**

*Lilium martagon* L.

*Majanthemum bifolium* Schm.

**Сем. Ranunculaceae**

*Ranunculus acer* L.

*Actaea spicata* L.

*Ranunculus auricomus* L.

*Thalictrum minus* L.

*Trollius europaeus* L.

**Сем. Rubiaceae**

*Galium mollugo* L.

*Galium boreale* L.

*Galium uliginosum* L.

**Сем. Mniaceae**

P.Mnium

**Сем. Bryophyta**

*Pleurozium Schreberi*

*Climacium dendroides* L.

**Сем. Scrophulariaceae**

*Veronica chamaedrys* L.



**Сем. Осоковые**

Осока волосистая

**Сем. Папоротниковые**

Папоротник женский

Папоротник-орляк

**Сем. Подорожниковые**

Подорожник большой

Подорожник ланцетолистный

**Сем. Розоцветные**

Манжетка обыкновенная

Гравилат городской

Репешок волосистый

Земляника лесная

Костяника обыкновенная

Лапчатка прямостоячая

Лапчатка серебристая

Таволга вязолистная

Кровохлебка лекарственная

**Сем. Ситниковидные**

Купена лекарственная

**Сем. Сложноцветные**

Одуванчик лекарственный

Осот огородный

Тысячелистник обыкновенный

Золотая розга

Ястребинка зонтичная

Порезник обыкновенный

Кошачья лапка

Какалия копьевидная

Лопух большой

Полынь горькая

**Сем. Триллиевые**

Вороний глаз четырехлистный

**Сем. Фиалковые**

Фиалка собачья

**Сем. Хвощовые**

Хвощ полевой

Хвощ лесной

**Сем. Cyperaceae**

Carex pilosa Sp.

**Сем. Polypodiaceae**

Athyrium filix femina Roth.

Pteridium aquilium Kuhn.

**Сем. Plantaginaceae**

Plantago major L.

Plantago lanceolata L.

**Сем. Rosaceae**

Alchemilla vulgaris L.

Geum urbanum L.

Agrimonia pilosa Ledeb.

Fragaria vesca L.

Rubus saxatilis L.

Potentilla erecta Hampe.

Potentilla argentea L.

Spiraea salicifolia L.

Sanguisorba officinalis L.

**Сем. Juncaginaceae**

Poligonatum officinale All.

**Сем. Asteraceae**

Taraxacum officinale Wiigg.

Sonchus oleraceum L.

Achillea millefolium L.

Solidago virga aurea L.

Hieracium umbellatum L.

Libanotis sibirica L.

Antennaria dioica Gaertn.

Cacalia hastata L.

Arctium lappa L.

Artemisia absinthium L.

**Сем. Trilliaceae**

Paris quadrifolia L.

**Сем. Violaceae**

Viola canina L.

**Сем. Equisetaceae**

Equisetum arvense L.

Equisetum silvaticum L.

**Сем. Щитовниковые**

Щитовник мужской

Щитовник гребенчатый

Клематисум древовидный

**Сем. Первоцветные**

Седмичник европейский

**Сем. Кисличные**

Зайчья капуста (кислица)

**Сем. Aspidiaceae**

Dryopteris filix mas Schott.

Dryopteris cristata L.

Climacium dendroides L.

**Сем. Primulaceae**

Trientalis europaea L.

**Сем. Oxaliseae**

Oxalis acetosella L.

***Примечание.*** Название растений дано по Вакару (1964).

Приложение 5

Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии  
в условиях сосняка разнотравного

Название вида	Надземная фитомасса ЖНП по ППП, кг/га/%									
	1	4	6	9	10	11	15	18	22	23
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Лесные</i>										
Вероника дубравная	<u>0,13</u> 0,7	<u>0,38</u> 3,3	<u>0,52</u> 4,1	<u>0,22</u> 0,8	<u>0,12</u> 0,4	<u>0,11</u> 0,3	-	<u>0,01</u> 0,1	-	<u>1,40</u> 1,6
Воронец колосистый	-	-	-	-	-	<u>0,12</u> 0,3	-	-	-	<u>0,10</u> 0,1
Вороний глаз четырехлистный	<u>0,34</u> 1,9	-	-	-	-	<u>0,03</u> 0,1	-	-	<u>0,40</u> 0,5	-
Грушанка круглолистная	<u>0,51</u> 2,8		<u>0,13</u> 1,02	<u>0,12</u> 0,4	<u>0,19</u> 0,6	<u>0,32</u> 0,9	<u>0,16</u> 1,0	<u>0,28</u> 2,0	-	<u>2,20</u> 2,4
Земляника лесная	-	-	-	<u>0,62</u> 1,4	<u>0,08</u> 0,3		<u>0,15</u> 0,9	<u>0,04</u> 0,3	-	<u>0,20</u> 0,3
Зимолюбка зонтичная	<u>0,02</u> 0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,70</u> 0,9
Кислица (зайчья капуста)	-	-	-	-	<u>0,64</u> 1,9	-	-	-	<u>0,20</u> 0,3	<u>0,70</u> 0,9
Какалия копье-видная	-	-	-	-	<u>0,12</u> 0,4	<u>0,87</u> 2,4	-	-	-	<u>2,10</u> 2,7
Костяника обыкновенная	<u>1,31</u> 7,2	<u>0,03</u> 0,3		<u>0,80</u> 3,1	-	<u>0,91</u> 2,5	<u>0,07</u> 0,4	<u>0,20</u> 1,4	-	-
Клевер луговой	-	<u>0,08</u> 0,7	<u>0,71</u> 5,6	-	<u>0,74</u> 2,2	-	-	-	<u>0,70</u> 0,9	<u>1,30</u> 1,7
Лапчатка прямостоячая	-	-	-	-	<u>0,38</u> 1,2	<u>0,31</u> 0,9	-	-	-	-
Лапчатка серебристая	-	-	-	-	-	-	-		<u>4,20</u> 5,6	<u>3,40</u> 4,3
Кошачья лапка	-	-	<u>1,10</u> 8,6	-		<u>0,08</u> 0,2	-	-	<u>2,30</u> 3,0	-
Купена лекарственная	<u>0,28</u> 1,5	<u>0,27</u> 2,3	-	-	<u>0,06</u> 0,2	<u>0,51</u> 1,4	-	-	<u>1,10</u> 1,5	<u>2,70</u> 3,4
Линнея северная	<u>0,42</u> 2,3	-	-	<u>0,17</u> 0,6	-	-	-	-	-	-
Майник двулистный	<u>0,11</u> 0,6	<u>0,43</u> 3,7	-	<u>0,13</u> 0,5	<u>0,10</u> 0,3	-	-	-	-	<u>0,10</u> 0,1
Медуница мягчайшая	<u>1,16</u> 6,4	-	-	-	-	<u>1,32</u> 3,6	-	-	<u>3,60</u> 4,8	<u>0,60</u> 1,8
Медуница неясная	-	-	-	<u>0,53</u> 1,8	<u>0,25</u> 0,8	-	-	-	-	-
Клематисум древовидный	-	<u>0,30</u> 2,5	-	-	<u>1,06</u> 3,2	-	<u>0,35</u> 2,2	-	-	-

Продолжение прил. 5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Душица обыкновенная	-	-	-	-	-	-	-	<u>2,06</u> 14,4	<u>2,10</u> 2,8	-
Мниум точечный	-	-	-	-	<u>0,13</u> 0,4	-	-	-	-	-
Мох Шребера	<u>0,13</u> 0,7		<u>0,12</u> 0,9	-	-	-	-	<u>1,44</u> 10,0	<u>0,10</u> 0,1	-
Ортилия однобокая	<u>0,03</u> 0,2	-	-	-	-	-	-	<u>0,01</u> 0,1	-	-
Осока волосистая		-	-		-	-	-	-	-	<u>4,80</u> 6,1
Папоротник- орляк	<u>0,03</u> 0,2	-	-	-	-	-	-	<u>2,09</u> 14,7	-	<u>9,10</u> 11,5
Седмичник европейский	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,30</u> 0,4	<u>0,10</u> 0,1
Сныть обыкновенная	<u>1,94</u> 10,7	<u>4,55</u> 16,5	<u>2,78</u> 21,8	<u>10,79</u> 41,0	<u>17,97</u> 54,9	<u>12,27</u> 33,7	<u>3,32</u> 20,7	<u>1,14</u> 8,0	<u>31,00</u> 41,0	<u>20,10</u> 24,1
Таволга вязолистная	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,30</u> 0,4	-
Хвощ лесной	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,30</u> 1,7	-
Черника	-	-	-	<u>2,55</u> 7,9	-	-	-	-	<u>0,40</u> 0,5	<u>2,10</u> 1,5
Чистец лесной	<u>0,10</u> 0,5	-	-	-	-	<u>0,52</u> 1,4	-	-	-	-
Щавель малый	-	<u>0,12</u> 1,0	<u>0,10</u> 0,8	-	-	-	-	-	<u>0,10</u> 0,1	-
Щитовник игольчатый	-	-	-	<u>0,17</u> 0,9	<u>0,33</u> 1,0	-	-	-	-	-
Итого	<u>6,53</u> 35,8	<u>6,16</u> 30,3	<u>5,46</u> 42,8	<u>20,58</u> 74,5	<u>22,18</u> 67,8	<u>17,36</u> 47,7	<u>4,04</u> 23,0	<u>7,27</u> 51,0	<u>48,10</u> 63,5	<u>51,70</u> 63,4
<i>Луговые</i>										
Буквица лекарственная	-	-	-	-	-	<u>0,22</u> 0,6	-	-	<u>8,50</u> 11,24	<u>0,90</u> 1,1
Будра плющевидная	<u>0,64</u> 3,5	<u>0,52</u> 4,4	-	<u>1,64</u> 6,8	<u>1,94</u> 5,9	<u>4,38</u> 12,0	<u>1,23</u> 7,9	<u>0,95</u> 6,6	-	-
Герань луговая		<u>0,06</u> 0,5	-	-	<u>0,17</u> 0,5	-	-	-	-	-
Гравилат речной	-	-	-	-	<u>0,30</u> 0,9	-	-	<u>0,17</u> 1,2	-	-
Клевер горный	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,70</u> 0,93	<u>2,20</u> 2,8
Клевер люпиновидный	-	<u>0,12</u> 1,0	<u>0,11</u> 0,9	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение прил. 5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Клевер ползучий	-	-	-	-	-	<u>0,03</u> 0,1	-	-	-	-
Колокольчик обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>2,90</u> 3,83	<u>5,20</u> 6,2
Лютик едкий	-	-	-	-	<u>0,09</u> 0,3	<u>0,16</u> 0,4	-	<u>0,01</u> 0,0	-	-
Лютик золотистый	-	-	-	-	<u>0,44</u> 1,3	-	-	-	-	-
Порезник обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,60</u> 2,0
Чина весенняя	-	-	<u>0,7</u> 5,5	<u>0,03</u> 0,1	<u>0,05</u> 0,2	-	<u>0,21</u> 1,5	-	-	-
Чина луговая	-	-	-	-	-	<u>0,05</u> 0,1	-	-	-	<u>1,20</u> 2,5
Сем. Гвоздичные	<u>0,33</u> 1,8	-	-	-	-	<u>0,06</u> 0,2	-	<u>0,06</u> 0,4	-	-
Итого	<u>0,97</u> 5,3	<u>0,70</u> 5,9	<u>0,81</u> 6,3	<u>1,67</u> 6,9	<u>2,99</u> 9,1	<u>4,89</u> 13,4	<u>1,44</u> 9,4	<u>1,18</u> 8,2	<u>12,10</u> 16,0	<u>11,10</u> 14,7
<i>Лесолуговые</i>										
Бедренец-камнеломка	-	<u>0,37</u> 3,2	<u>0,70</u> 5,5	-	<u>0,09</u> 0,3	-	<u>0,01</u> 0,1	-	<u>2,10</u> 2,8	-
Василистник малый	-	<u>0,24</u> 2,0	<u>0,47</u> 3,7	-	-	-	-	-	-	-
Вейник тростниковидный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>11,70</u> 13,1
Золотая розга	-	-	-	-	-	<u>0,03</u> 0,1	-	<u>0,07</u> 0,5	<u>2,70</u> 3,6	-
Герань лесная	<u>0,48</u> 2,6	-	<u>0,78</u> 6,11	-	<u>2,39</u> 7,2	-	-	-	<u>0,63</u> 0,8	<u>0,80</u> 1,0
Горошек мышиный	<u>0,01</u> 0,0	-	-	-	-	-	-	<u>0,05</u> 0,3	-	<u>0,50</u> 0,6
Сем. Злаковые	<u>1,60</u> 8,8	<u>4,86</u> 41,2	-	<u>1,90</u> 5,1	<u>1,74</u> 4,7	<u>11,16</u> 30,7	<u>0,17</u> 1,0	<u>0,92</u> 6,4	-	-
Лилия кудреватая	-	-	-	-	-	<u>0,03</u> 0,1	-	-	-	-
Осока волосистая	-	-	-	-	<u>0,32</u> 1,3	-	-	-	-	-
Купальница европейская	-	-	-	-	<u>0,10</u> 0,3	-	-	-	<u>4,70</u> 6,2	<u>2,70</u> 2,4
Купырь лесной	-	-	-	-	-	<u>0,21</u> 0,6	-	<u>0,14</u> 1,0	<u>0,12</u> 1,3	-
Ястребинка зонтичная	<u>0,10</u> 0,6	-	-	-	-	<u>0,01</u> 0,0	-	-	<u>1,10</u> 1,5	-
Итого	<u>2,18</u> 12,0	<u>5,48</u> 46,4	<u>1,95</u> 15,3	<u>1,90</u> 5,1	<u>4,63</u> 13,8	<u>11,43</u> 31,5	<u>0,18</u> 1,1	<u>1,18</u> 8,2	<u>11,35</u> 14,8	<u>15,70</u> 17,1

Окончание прил. 5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>Луговые синантропы</i>										
Звездчатка средняя	-	-	-	<u>0,04</u> 0,1	-	-	-	-	-	-
Спорыш птичий	-	-	-	-	<u>0,52</u> 1,6	-	-	-	-	-
Крапива двудомная	<u>2,05</u> 11,3	<u>0,89</u> 8,5	-	<u>0,86</u> 0,3	<u>0,67</u> 2,0	<u>1,70</u> 4,7	<u>1,21</u> 8,5	<u>2,95</u> 20,7	<u>1,70</u> 2,46	-
Манжетка обыкновенная	<u>0,03</u> 0,2	<u>0,13</u> 1,1	-	<u>0,12</u> 0,4	<u>1,37</u> 4,5	-	-	<u>0,51</u> 3,6	-	-
Кипрей узколистный	-	-	-	<u>0,16</u> 0,6	-	-	-	-	<u>0,30</u> 0,5	-
Одуванчик обыкновенный	<u>0,23</u> 1,3	<u>0,06</u> 0,6	<u>0,70</u> 5,0	-	-	-	<u>3,33</u> 20,9	-	-	-
Подорожник большой	<u>5,51</u> 30,2	-	-	-	-	-	-	<u>1,14</u> 8,2	-	-
Тысячелистник обыкновенный	-	<u>0,28</u> 2,4	<u>2,70</u> 21,3	-	-	-	-	-	-	<u>2,10</u> 2,7
Черноголовка лекарственная	<u>0,44</u> 2,4	-	-	<u>0,12</u> 0,4	<u>0,34</u> 1,1	<u>0,31</u> 0,7	<u>0,14</u> 0,9	-	-	<u>0,10</u> 0,1
Хвощ полевой	<u>0,20</u> 1,1	-	-	-	-	-	<u>5,19</u> 32,0	-	-	<u>1,10</u> 1,4
Фиалка собачья	<u>0,06</u> 0,3	-	<u>1,10</u> 8,6	<u>0,17</u> 0,7	-	-	<u>0,07</u> 0,5	-	-	-
Тмин обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,01</u> 0,1	-	-
Итого	<u>8,52</u> 46,8	<u>1,36</u> 12,6	<u>4,50</u> 34,9	<u>1,46</u> 2,5	<u>2,90</u> 9,3	<u>2,01</u> 5,4	<u>9,95</u> 62,8	<u>4,61</u> 32,6	<u>2,00</u> 3,0	<u>3,30</u> 4,2
<i>Лесные синантропы</i>										
Подмаренник мягкий	-	<u>1,06</u> 9,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Подмаренник северный	<u>0,02</u> 0,1	<u>0,62</u> 6,2	<u>0,03</u> 0,2	-	-	-	<u>0,60</u> 3,7	-	<u>2,10</u> 2,8	<u>0,50</u> 0,5
Подмаренник цепкий	-	<u>0,05</u> 0,4	<u>0,02</u> 0,3	-	-	-	-	-	-	-
Репешок волосистый	-	-	-	<u>4,63</u> 16,1	-	<u>0,71</u> 2,0	-	-	-	-
Итого	<u>0,02</u> 0,1	<u>1,73</u> 15,6	<u>0,05</u> 0,5	<u>4,63</u> 16,1	-	<u>0,71</u> 2,0	<u>0,60</u> 3,7	-	<u>2,10</u> 2,8	<u>0,50</u> 0,6
Всего	<u>18,22</u> 100	<u>11,80</u> 100	<u>12,77</u> 100	<u>28,7</u> 100	<u>32,7</u> 100	<u>36,41</u> 100	<u>16,2</u> 100	<u>14,2</u> 100	<u>75,6</u> 100	<u>79,00</u> 100

Приложение 6

Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии  
в условиях сосняка ягодникового

Название вида	Надземная фитомасса ЖНП по ППП, кг/га/%								
	2	5	7	8	12	16	17	20	21
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Лесные</i>									
Брусника обыкновенная	-	-	<u>0,07</u> 0,6	<u>0,54</u> 2,6	-	<u>0,68</u> 2,8	<u>2,05</u> 7,2	<u>1,80</u> 3,5	<u>7,78</u> 12,0
Вероника дубравная	<u>1,27</u> 10,8	-	<u>0,33</u> 2,7	<u>0,80</u> 2,9	-	<u>0,48</u> 2,0	<u>0,24</u> 0,9	-	-
Венерин башмачок	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,30</u> 0,6	-
Грушанка круглолистная	-	-	-	<u>0,59</u> 2,8	-	-	<u>0,71</u> 2,5	<u>2,40</u> 4,7	<u>2,70</u> 4,2
Земляника лесная	<u>1,78</u> 15,1	<u>0,04</u> 0,6	<u>0,71</u> 5,8	<u>1,36</u> 6,4	<u>0,15</u> 1,3	<u>2,60</u> 10,9	<u>9,85</u> 34,5	<u>0,10</u> 0,2	<u>2,90</u> 4,5
Зимолюбка зонтичная	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>4,00</u> 6,17
Костяника обыкновенная	<u>0,34</u> 2,9	<u>0,19</u> 2,6	<u>0,59</u> 4,8	<u>0,99</u> 4,7	-	<u>0,99</u> 4,1	-	<u>5,10</u> 10,0	<u>3,22</u> 5,0
Клевер луговой	<u>1,89</u> 16,0	-	<u>0,45</u> 3,7	<u>0,94</u> 4,4	-	<u>1,04</u> 4,4	-	-	-
Лапчатка прямостоячая	<u>0,04</u> 0,3	-	-	-	-	-	-	-	<u>2,60</u> 4,0
Купена лекарственная	-	-	<u>0,16</u> 1,3	-	<u>0,12</u> 1,0	<u>1,40</u> 5,9	-	<u>0,10</u> 0,2	<u>3,40</u> 5,3
Линнея северная	-	-	-	<u>0,32</u> 1,5	-	-	-	<u>0,50</u> 1,0	-
Майник двулистный	-	<u>0,01</u> 0,2	-	<u>0,14</u> 0,7	-	-	-	<u>0,10</u> 0,2	-
Медуница мягчайшая	-	<u>0,21</u> 2,8	-	<u>0,27</u> 1,3	-	-	-	<u>0,10</u> 0,2	-
Клематис древовидный	-	-	-	<u>5,04</u> 23,8	-	-	-	-	-
Мох Шребера	-	<u>1,91</u> 26,1	-	-	<u>0,32</u> 2,7	<u>0,78</u> 3,3	<u>5,39</u> 18,9	<u>1,90</u> 3,7	<u>1,10</u> 1,7
Ортилия однобокая	-	<u>0,03</u> 0,4	-	-	-	-	-	-	-
Папоротник- орляк	-	-	-	-	<u>0,32</u> 2,7	-	<u>1,93</u> 6,8	-	-
Лапчатка серебристая	<u>0,19</u> 1,6	-	-	-	-	<u>0,17</u> 0,7	-	-	-

Продолжение прил. 6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Сныть обыкновенная	-	<u>2,58</u> 35,2	-	-	-	-	-	<u>10,80</u> 21,2	-
Черника	-	<u>0,01</u> 0,1	<u>1,26</u> 10,3	<u>3,05</u> 14,4	-	<u>0,38</u> 1,6	<u>0,02</u> 0,1	<u>22,50</u> 44,1	<u>22,30</u> 34,4
Черноголовка ле- карственная	-	<u>0,04</u> 0,5	-	<u>0,49</u> 2,3	-	-	<u>0,30</u> 1,0	-	-
Щавель малый	-	-	-	-	<u>0,24</u> 2,0	-	-	-	-
Щитовник иголь- чатый	-	<u>0,03</u> 0,4	-	<u>0,06</u> 0,3	-	-	-	-	-
Клевер лесной	-	-	-	-	<u>0,13</u> 1,1	-	-	-	-
Итого	<u>5,51</u> 46,7	<u>5,04</u> 68,8	<u>3,56</u> 29,2	<u>14,50</u> 65,1	<u>1,28</u> 10,8	<u>8,52</u> 35,7	<u>20,50</u> 71,8	<u>45,70</u> 89,6	<u>50,00</u> 77,2
<i>Луговые</i>									
Буквица лекарственная	-	-	<u>0,12</u> 1,0	-	-	<u>0,09</u> 0,1	<u>2,09</u> 7,3	-	-
Будра плющевидная	<u>0,32</u> 2,7	<u>0,51</u> 7,0	-	<u>2,64</u> 12,5	<u>0,08</u> 0,7	-	-	-	-
Герань луговая	-	-	-	-	<u>0,31</u> 2,6	-	-	-	-
Герань сибирская	-	-	-	-	-	-	<u>0,07</u> 0,3	<u>0,30</u> 0,6	-
Гравилат городской	-	-	-	-	-	<u>1,08</u> 4,5	-	-	-
Клевер люпиновидный	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,10</u> 0,15
Колокольчик обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,40</u> 2,16
Клевер горный	-	-	<u>0,30</u> 2,4	-	<u>0,32</u> 2,7	-	-	<u>0,70</u> 1,4	<u>0,40</u> 0,6
Клевер ползучий	-	<u>0,02</u> 0,2	-	-	-	-	-	-	-
Кровохлебка лекарственная	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,50</u> 2,3
Колокольчик круглолистный	-	-	-	-	-	<u>0,39</u> 1,6	-	-	-
Порезник обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	<u>2,60</u> 5,1	<u>1,30</u> 2,0
Лютик едкий	-	-	<u>0,15</u> 1,2	-	-	-	-	-	-
Итого	<u>0,32</u> 2,7	<u>0,53</u> 7,2	<u>0,57</u> 4,6	<u>2,64</u> 12,5	<u>0,71</u> 6,0	<u>1,56</u> 6,2	<u>2,16</u> 7,6	<u>3,60</u> 7,1	<u>4,70</u> 7,3
<i>Лесолуговые</i>									
Золотая розга	-	-	<u>0,02</u> 0,2	-	-	<u>0,51</u> 2,1	-	-	<u>0,90</u> 1,4



Продолжение прил. 6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Василистник малый	-	-	<u>0,18</u> 1,5	-	-	-	-	-	-
Бедренец-камнеломка	<u>0,22</u> 1,9	-	<u>0,03</u> 0,2	-	-	<u>0,12</u> 0,5	-	-	-
Герань лесная	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,80</u> 2,8
Сем. Злаковые	<u>4,55</u> 38,4	<u>0,36</u> 4,9	<u>4,97</u> 40,7	<u>1,59</u> 7,5	<u>8,90</u> 74,5	<u>6,95</u> 29,1	<u>0,45</u> 1,6	-	-
Лилия кудреватая	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,70</u> 2,6
Купальница европейская	-	-	<u>0,04</u> 0,3	-	-	-	-	-	-
Ястребинка зонтичная	<u>0,01</u> 0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	<u>4,78</u> 40,4	<u>0,36</u> 4,9	<u>5,24</u> 42,9	<u>1,59</u> 7,5	<u>8,90</u> 74,5	<u>7,57</u> 31,7	<u>0,45</u> 1,4	-	<u>4,40</u> 6,8
<i>Луговые синантропы</i>									
Звездчатка средняя	-	-	-	-	-	<u>0,56</u> 2,3	<u>0,71</u> 2,5	-	-
Крапива двудомная	-	<u>1,18</u> 16,1	<u>0,09</u> 0,7	<u>2,19</u> 10,3	<u>0,12</u> 1,0	<u>0,04</u> 0,2	<u>4,71</u> 16,5	-	-
Манжетка обыкновенная	<u>0,02</u> 0,2	-	<u>0,64</u> 5,2	-	-	<u>0,44</u> 1,9	<u>0,02</u> 0,1	-	-
Одуванчик обыкновенный	-	-	<u>0,04</u> 0,3	-	-	-	-	-	-
Тысячелистник обыкновенный	-	-	<u>0,03</u> 0,2	-	-	-	-	-	-
Хвощ полевой	<u>0,13</u> 1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Фиалка собачья	-	<u>0,02</u> 0,3	<u>0,14</u> 1,2	<u>0,07</u> 0,3	-	-	-	-	-
Подмаренник цепкий	-	-	-	-	-	<u>2,60</u> 10,9	-	-	-
Подорожник большой	<u>0,81</u> 6,8	-	<u>0,87</u> 7,1	-	<u>0,83</u> 6,9	<u>2,08</u> 8,7	-	-	-
Подорожник ланцетолистный	<u>0,13</u> 1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Лопух большой	-	-	<u>0,12</u> 1,0	-	-	-	-	-	-
Полынь горькая	-	-	<u>0,35</u> 2,8	-	-	-	-	-	-
Тмин обыкновенный	<u>0,08</u> 0,7	-	<u>0,15</u> 1,2	-	-	<u>0,15</u> 0,6	-	-	-
Итого	<u>1,17</u> 9,9	<u>1,20</u> 16,4	<u>2,42</u> 19,7	<u>2,26</u> 10,7	<u>0,95</u> 7,9	<u>5,88</u> 24,6	<u>5,44</u> 19,1	-	-

Окончание прил. 6

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Лесные синантропы</i>									
Подмаренник мягкий	-	<u>0,30</u> 0,6	<u>0,06</u> 0,5	<u>0,11</u> 0,5	<u>0,11</u> 0,9	<u>0,33</u> 1,4	-	<u>1,40</u> 2,8	<u>2,69</u> 4,15
Итого	<u>0,05</u> 0,4	-	<u>0,41</u> 3,4	<u>0,11</u> 0,5	<u>0,11</u> 0,9	<u>0,34</u> 1,4	-	<u>1,70</u> 3,3	<u>7,39</u> 11,4
Всего	<u>11,8</u> 100	<u>7,33</u> 100	<u>12,21</u> 100	<u>21,20</u> 100	<u>11,9</u> 100	<u>23,8</u> 100	<u>28,54</u> 100	<u>51,0</u> 100	<u>64,79</u> 100

Приложение 7

Надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии  
в условиях осинника разнотравного и сосняка черничного

Название вида	Надземная фитомасса ЖНП по ППП, кг/га/%			
	Ос. ртр.		С. черн.	
	13	19	3	14
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Лесные</i>				
Брусника обыкновенная	-	-	<u>0,07</u> 0,40	<u>0,15</u> 1,10
Вероника дубравная	<u>0,32</u> 1,70	<u>0,52</u> 3,50	<u>0,06</u> 0,30	<u>0,06</u> 0,50
Вороний глаз четырехлистный	-	<u>0,02</u> 0,20	-	-
Грушанка круглолистная	<u>0,40</u> 2,10	<u>2,34</u> 15,60	<u>1,35</u> 8,00	-
Земляника лесная	<u>0,08</u> 0,40	<u>0,23</u> 1,50	<u>0,24</u> 1,40	<u>0,04</u> 0,30
Зимолюбка зонтичная	-	-	-	<u>0,03</u> 0,20
Костяника обыкновенная	<u>3,57</u> 19,30	<u>0,21</u> 1,40	<u>0,81</u> 4,80	<u>1,38</u> 10,70
Клевер луговой	-	<u>0,02</u> 0,10	-	-
Купена лекарственная	-	-	<u>0,31</u> 1,80	<u>0,20</u> 1,50
Линнея северная	<u>0,01</u> 0,00	<u>0,07</u> 0,50	<u>0,63</u> 3,70	<u>1,68</u> 13,10
Майник двулистный	<u>0,04</u> 0,20	<u>0,10</u> 0,70	<u>0,56</u> 3,30	<u>0,02</u> 0,20
Медуница мягчайшая	-	-	<u>0,07</u> 0,40	-
Мох Шребера	<u>0,96</u> 5,20	<u>7,13</u> 47,70	-	<u>0,38</u> 3,00
Ортилия однобокая	-	-	<u>0,03</u> 0,20	<u>0,12</u> 0,90
Папоротник-орляк	-	-	<u>2,03</u> 12,10	-
Сныть обыкновенная	<u>1,88</u> 10,20	<u>1,07</u> 7,10	<u>3,43</u> 20,40	-
Черника	<u>2,89</u> 15,60	<u>0,91</u> 6,10	<u>6,71</u> 39,90	<u>3,82</u> 29,80
Итого	<u>10,15</u> 54,70	<u>12,62</u> 84,40	<u>16,30</u> 96,70	<u>7,76</u> 61,30

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Луговые</i>				
Будра плющевидная	<u>0,60</u> 3,20	<u>0,42</u> 2,80	-	-
Герань сибирская	<u>0,08</u> 0,50	-	-	-
Клевер ползучий	-	-	-	<u>0,02</u> 0,20
Чина луговая	-	<u>0,06</u> 0,40	<u>0,01</u> 0,00	-
Итого	<u>0,68</u> 3,70	<u>0,48</u> 3,20	<u>0,01</u> 0,00	<u>0,02</u> 0,20
<i>Лесолуговые</i>				
Герань лесная	-	-	<u>0,06</u> 0,40	-
Горошек мышиный	<u>0,01</u> 0,00	<u>0,06</u> 0,40	<u>0,17</u> 1,00	-
Сем. Злаковые	<u>5,87</u> 31,80	<u>1,21</u> 8,10	<u>0,24</u> 1,40	<u>4,40</u> 34,30
Ястребинка зонтичная	-	-	-	<u>0,43</u> 3,30
Итого	<u>5,88</u> 31,80	<u>1,27</u> 8,50	<u>0,47</u> 2,80	<u>4,83</u> 37,60
<i>Луговые синантропы</i>				
Крапива двудомная	<u>0,67</u> 3,60	-	-	<u>0,08</u> 0,60
Манжетка обыкновенная	<u>1,04</u> 5,60	<u>0,16</u> 1,10	-	-
Осот огородный	-	<u>0,40</u> 2,60	-	-
Черноголовка лекарственная	-	-	<u>0,02</u> 0,10	-
Хвощ полевой	-	<u>0,01</u> 0,00	-	-
Итого	<u>1,71</u> 9,20	<u>0,56</u> 12,20	<u>0,02</u> 0,10	<u>0,08</u> 0,60
<i>Лесные синантропы</i>				
Подмаренник мягкий	<u>0,06</u> 0,31	-	-	-
Подмаренник северный	-	<u>0,01</u> 0,10	<u>0,03</u> 0,20	<u>0,04</u> 0,30
Итого	<u>0,60</u> 0,31	<u>0,01</u> 0,10	<u>0,03</u> 0,20	<u>0,04</u> 0,30
Всего	<u>18,48</u> 100,00	<u>14,95</u> 100,00	<u>16,82</u> 100,00	<u>12,85</u> 100,00

*Научное издание*

***Бунькова Наталья Павловна  
Залесов Сергей Вениаминович***

**РЕКРЕАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ  
И ЕМКОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ  
В ЛЕСОПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА**

ISBN 978-5-94984-585-1



Редактор Е.Л. Михайлова  
Компьютерная верстка Е.А. Миллюс

---

Подписано в печать 15.11.2016

Формат 60×84 1/16

Уч.-изд. л. 6,79

Усл. печ. л. 7,21

Тираж 500 экз. (Первый завод 30 экз.)

Заказ №

---

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37  
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»  
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35 а, офис 2.



**Залесов Сергей Вениаминович**

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН, заслуженный лесовод РФ, почетный работник высшего профессионального образования, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Основатель научно-педагогической школы «Оптимизация лесопользования», автор около 600 научных работ, в том числе 30 монографий, 6 учебников, 29 учебных пособий. Среди них «Лесная пирология», «Лесоводство», «Недревесная продукция леса», «Лесоведение», «Повышение продуктивности сосновых лесов Урала», «Ландшафтные рубки в лесопарках» и др.



**Бунькова Наталья Павловна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Автор более 28 научных работ по проблеме рекреационной емкости и устойчивости сосновых насаждений, в том числе 3 авторских свидетельств и двух учебных пособий.